

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA



“Aplicación de Automatización e Instrumentación en
Administración de Energía Eléctrica”

PRESENTADO POR:

DOLLMAN OVIDIO DIAZ LINARES
MELVIN EMILIO JIMENEZ GALDAMEZ

PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO ELECTRICISTA

SAN SALVADOR, JUNIO DE 2004

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA :

Dra. María Isabel Rodríguez.

SECRETARIA GENERAL :

Licda. Lidia Margarita Muñoz Vela

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

Ing. Mario Roberto Nieto Lovo

SECRETARIO :

Ing. Oscar Eduardo Marroquín Hernández

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

DIRECTOR :

Ing. Luís Roberto Chévez Paz

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Título :

“Aplicación de Automatización e Instrumentación en
Administración de Energía Eléctrica”

Presentado por :

DOLLMAN OVIDIO DIAZ LINARES
MELVIN EMILIO JIMENEZ GALDAMEZ

Trabajo de Graduación aprobado por:

Docente Director :

ING. ARMANDO MARTINEZ CALDERON

SAN SALVADOR, JUNIO DE 2004

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

Ing. Armando Martínez Calderón

DEDICATORIA

Al Único y Sabio Dios, sea gloria por medio de Jesucristo. Gracias Dios por regalarme la salvación, por guiarme cada día, por tus misericordias y por la oportunidad que me brindaste de estudiar. Te amo con toda mi vida.

A mis padres José Emilio Jiménez y Raquel Galdámez de Jiménez por brindarme todo su amor, por confiar en mí y tenerme paciencia. Los aprecio y amo.

A mis hermanos Josué , David, Obed y Yaquelin por todo lo que hemos compartido, por estar juntos como familia, por respaldarme y apoyarme. Gracias por su amistad y sinceridad. Los aprecio y amo.

A mis amigos Dollman Díaz, Daniel Calderón y Anael Guzmán por su amistad y ayuda.

A mis primos, a mis tíos, y a toda la familia por su amistad.

A todos los hermanos en la fe que de diversas formas han influido en mi vida.

A todos mis amigos de la colonia.

Les deseo muchas bendiciones

Melvin Jiménez

DEDICATORIA

Mas la misericordia de JEHOVA es desde la eternidad y hasta la eternidad sobre los que le temen, y su justicia sobre los hijos de los hijos.

SALMO 103 : 17.

A DIOS Todopoderoso por ser la base de toda mi vida y que en su infinita misericordia siempre me ha ayudado a salir adelante.

A mi madre Maria Aracely Linares quien me ha enseñado todo lo correcto en La Vida, por darme ánimos en momentos de flaqueza, por apoyarme en todas mis decisiones y por enseñarme los caminos de DIOS.

A mi padre Rafael Ovidio Díaz Martínez quien en todo momento me apoyo para lograr este triunfo.

A mis abuelos Elba Linares, Santiago Antonio Palacios Granados y Graciela Martines de Díaz quienes siempre han confiado en mí y me han brindado el apoyo que necesité para lograr este triunfo.

A mis tíos Samuel Antonio, Jesse Jonathan y Saulo Iván a quienes nunca los he visto como mis tíos sino como mis hermanos, gracias por su sinceridad y aprecio hacia mí.

A mis amigos William Zamora, Ricardo Ayala, Jorge Gonzáles, Daniel Calderón, Melvin Jiménez y Anael Guzmán por brindarme su enorme apoyo y amistad.

A todos ellos: Que DIOS los bendiga... Siempre.

Dollman Díaz.

TABLA DE CONTENIDOS

Capítulo	Página
Introducción	1
Justificación	4
Objetivos	5
I. GENERALIDADES DE LA AUTOMATIZACION	6
1.1 Ventajas de un sistema inteligente	6
1.2 Inconvenientes de un sistema inteligente	8
1.3 Topología de un sistema inteligente	9
II. PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA CONTROL DE ILUMINACION Y USO DE LUZ NATURAL	21
2.1 Descripción de la tarjeta de adquisición de datos y de control Labjack U12	21
2.1.1 Rasgos característicos	22
2.1.2 Descripción del hardware	22
2.1.3 Configuración de la tarjeta de adquisición de datos	25
2.1.4 Ventajas al utilizar la tarjeta de adquisición de datos	26
III. DESCRIPCIÓN DE LOS PERIFÉRICOS NECESARIOS PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN INTELIGENTE, Y MONITOREO DE TEMPERATURA	28
3.1 Sensores de movimiento	28
3.1.1 Sensor de movimiento SensorSwitch CMR – PDT	28
3.1.2 Sensor de movimiento SensorSwitch WVR	32
3.2 Sensor universal de temperatura EI - 1022	34
3.3 Base para reles RB16	35
3.4 Mini módulos industriales 70M OAC5	36
3.5 Reles	38
3.5.1 Relé R02 – 11A10 - 120	38
3.5.2 Relé G2R – 2 – S – AC120	39
3.6 Cortinas motorizadas	40
3.6.1 Característica de cortina Premio K1	40
3.6.2 Cortina tipo curva Bestec 21	42
3.7 Concentrador USB	43
3.8 Fococelda	44
3.9 Módulos de ubicación	45
3.10 Cables	45
3.10.1 Cable USB híbrido	46
3.10.2 Cable THHN	47
3.10.3 Cable UTP	48

IV. DESCRIPCION DE EL TIPO DE ARQUITECTURA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LOS EDIFICIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	50
4.1 Funcionamiento del sistema inteligente de iluminación	50
4.2 “PROPUESTA 1” de Diseño para el Control y Monitoreo de Iluminación por medio de Tarjetas de Adquisición de Datos y Sensores de Movimiento	51
4.3 Descripción del sistema inteligente de iluminación	55
4.3.1 Control	55
4.3.2 Monitoreo	56
4.4 Seleccionando las tarjetas de adquisición de datos Labjack u12 para controlar y monitorear	57
4.4.1 Descripción de tarjeta de control #1	57
4.4.2 Descripción de tarjetas de control #3 y #5	58
4.4.3 Descripción de tarjetas de monitoreo #2, #4 y #6	58
4.5 Monitoreo de temperatura	59
4.5.1 Etapas de monitoreo de temperatura	59
4.5.2 Sensor de temperatura	60
4.5.3 Convertidor analógico - digital	61
4.5.4 Transmisión de señal digital	62
4.5.5 Alimentación de dispositivos	62
4.5.6 Convertidor analógico - digital	63
4.5.7 Conexión a tarjeta de adquisición de datos	63
4.6 Control de iluminación natural	65
4.6.1 Control de cortinas eléctricas	65
V. INVERSION INICIAL DE “PROPUESTA 1” DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE ILUMINACION POR MEDIO DE SENSORES DE MOVIMIENTO	69
5.1 Inversión inicial para edificio administrativo	69
5.2 Inversión inicial para edificio ingeniería industrial	70
5.3 Inversión inicial para edificios “B”, “C” y “D”	71
5.4 Inversión inicial total de “propuesta 1”	72
VI. “PROPUESTA 2” PARA CONTROL DE ILUMINACION	
6.1 Segunda propuesta para edificios Administrativo, Ingeniería Industrial, “B”, “C” y “D”.	74
6.2 Funcionamiento	77
6.3 Inversión inicial para edificio Administrativo	78
6.4 Inversión inicial para edificio Ingeniería Industrial	79
6.5 Inversión inicial para edificios “B”, “C” y “D”	79
6.6 Inversión inicial total de “Propuesta 2”	80

VII. PERDIDAS ELECTRICAS EN LOS EDIFICIOS “B”, “C” Y “D”.	87
7.1 Perdidas de energía eléctrica mensual en edificios “B”, “C” y “D”.	87
VIII. TIEMPO PARA RECUPERAR LA INVERSIÓN INICIAL DEL SISTEMA AUTOMATIZADO POR MEDIO DE SENSORES DE MOVIMIENTO.	88
8.1 cálculo para edificios “B”, “C” Y “D”	88
IX. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE PARA CONTROLAR LA ILUMINACIÓN DE LOS EDIFICIOS	97
9.1 Diagrama de bloques.	97
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
10.1 Conclusiones	105
10.2 Recomendaciones	108
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	
Anexo A	Conexión de entradas y salidas digitales y analógicas de las tarjetas de adquisición de datos.
Anexo B	Niveles de Voltajes Utilizados.
Anexo C	Especificaciones Técnicas.
Anexo D	Diagrama de Sub-tableros.
Anexo E	Diagramas Unifilares.
Anexo F	Planos de Edificios

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.1	Arquitectura centralizada o arquitectura estrella	10
1.2	Arquitectura semi-distribuida	11
1.3	Arquitectura distribuida	12
1.4	Cables Metálicos	13
1.5	Cable Apantallado	14
1.6	Cable UTP	15
1.7	Cable Coaxial	15
1.8	Fibra Óptica	15
1.9	Arquitectura tipo Bus	17
1.10	Arquitectura tipo Anillo	18
2.1	Tarjeta de adquisición de datos y de control Labjack	21
2.2	Vista Aérea.	21
2.3	PinOut del conector femenino DB25	24
2.4	LJconfig	25
2.5	LJconfig, cambiar identificación local	25
3.1	Sensorswitch CMR – PDT	28
3.2	Wiremold V5738	30
3.3	Diagrama de conexión	30
3.4	Conexión de sensores en paralelo	30
3.5	Campo de acción	31
3.6	Sensorswitch WVR	32
3.7	Instalación en una Esquina	33
3.8	Instalación en una superficie plana	33
3.9	Caja de extensión Wiremold V5719	33
3.10	Campo de acción	34
3.11	Sensor de temperatura E1 -1022	34
3.12	Base para reles, RB16	35
3.13	Mini módulos industriales. Relé 70M-OAC	36
3.14	Diagrama interno de Mini Modulo 70M – OAC5	36
3.15	Relé R02 – 11A10 – 120	38
3.16	Diagrama de conexión	38
3.17	Diagrama de base de montaje	39
3.18	Relé G2R – 2 S – AC120	39
3.19	Base en forma de riel y diagrama de conexión	40
3.20	Cortina Premio K1	40
3.21	Cortina Curva Bestec 21	42
3.22	Concentrador USB	44
3.23	Conexión de Fotocelda	45
3.24	Cable USB Híbrido	46
3.25	Corte transversal del Cable USB Híbrido	46

4.1	Diagrama de Flujo del sistema inteligente para control de iluminación	52
4.2	Diagrama de conexión de “propuesta 1”	54
4.3	Diagrama de bloques	59
4.4	Sensor de temperatura	60
4.5	Conexión de pines del AD7820	61
4.6	Convertidor AD7820	62
4.7	Referencia de 2.5V, por medio del AD580	62
4.8	Convertidor AD558	63
4.9	Configuración para obtener salida de 0 – 2.56V	63
4.10	Diagrama de monitoreo	64
4.11	Circuito controlador de un motor	66
6.1	Conexión para controlar iluminación de los edificios Administrativo, Ingeniería Industrial y “B”, “C” y “D”	76
8.1	Programa de Excel que calculo el tiempo para recuperar la Inversión Inicial	90
8.2	Calculo el tiempo para recuperar la Inversión	91
9.1	Pantalla principal del programa realizado en LabView 7.0 Express	96
9.2	Comprobación de horarios	97
9.3	Comprobación de la señal de fotocelda y monitoreo de temperatura	97
9.4	Sistema automático o manual	98
9.5	Señales de control a enviar a la tarjeta de adquisición de datos	99
9.6	Señales de control activadas por tarjeta de adquisición	99
9.7	Escribir la información en archivos “.txt ”	100
9.8	Guardar la información	101
9.9	Escribir información de cada nivel o edificio en archivos “ temp.txt “	101
9.10	Puerto al cual se enviara la información vía Internet	102
9.11	Existe conexión vía Internet?	102
9.12	Enviar la longitud de la información y luego la información	103
9.13	Identificar si aun existe conexión vía Internet	103
9.14	Señales de control adicionales	104

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
2.1 Comparación de tipos de arquitectura para un sistema inteligente	12
3.1 Especificaciones técnicas de relé R02 – 11A10 – 120	38
3.2 Especificaciones técnicas de relé G2R-2S –AC12	39
3.3 Especificaciones técnicas para motor de cortina Premio K1	41
3.4 Tamaños que pueden se acomodados con cortinas eléctrica tipo Bestec 21	42
3.5 Especificaciones técnicas para motor de cortina eléctrica Bestec 21	43
3.6 Condiciones de operación para cable USB híbrido	47
3.7 Rangos máximos absolutos para cable USB híbrido	47
3.8 Características técnicas de adaptador de potencia de cable USB híbrido	47
3.9 Características del cable THHN #12	47
3.10 Tipos de cables UTPs	48
4.1 Resultado de digitalizar señal de RTD	61
4.2 Costo para circuito controlador de cortinas motorizadas	68
5.1 Inversión inicial para edificio Administrativo	69
5.2 Inversión inicial para edificio Ingeniería Industrial	70
5.3 Inversión inicial para edificio “B”	71
5.4 Inversión inicial para edificio “C”	71
5.5 Inversión inicial para edificio “D”	72
5.6 Inversión inicial para los edificios Administrativo, Ingeniería industrial, “B”, “C” y “D”.	73
6.1 Inversión inicial para segunda propuesta para edificio Administrativo	78
6.2 Inversión inicial para segunda propuesta para edificio ingeniería Industrial	79
6.3 Inversión inicial para segunda propuesta para edificio “B”	79
6.4 Inversión inicial para segunda propuesta para edificio “C”	80
6.5 Inversión inicial para segunda propuesta para edificio “D”	80
6.6 Inversión inicial para segunda propuesta para los edificios Administrativo, Ingeniería Industrial, “B”, “C” y “D”	81
7.1 Tarifa de energía eléctrica por distribuidora CAESS para el mes de Junio de el año 2003	82
7.2 Costos en pérdidas de energía eléctrica en Edificio “B”	84
7.3 Costos en pérdidas de energía eléctrica en Edificio “C”	85
7.4 Costos en pérdidas de energía eléctrica en Edificio “D”	86
7.5 Costos en pérdidas de energía eléctrica total en edificios “B”, “C” y “D”	87

7.6	Costos en pérdidas de energía eléctrica mensual en edificios “B”, “C” y “D”	87
8.1	Inversión Total tomando en cuenta las dos propuestas de diseño para automatizar edificio Administrativo, Ingeniería Industrial, “B”, “C” y “D”.	88
8.2	Costos en pérdidas de energía eléctrica total en edificios “B”, “C” y servicios sanitarios correspondientes a cada edificio	91

INTRODUCCION

La automatización de edificios o edificios inteligentes se define como la integración de distintas tecnologías mediante el uso simultáneo de la electricidad, la electrónica, la informática y las telecomunicaciones, todo esto, comúnmente recibe el nombre de *Sistema Inteligente*, con la finalidad de crear condiciones personales, propias a las necesidades para la cual ha sido diseñada; condiciones ambientales, como la utilización de los recursos naturales de una manera óptima; y condiciones tecnológicas que permitan proporcionar seguridad y comodidad a los usuarios. La seguridad permite que el sistema responda de acuerdo a la necesidad sobre la que ha sido diseñado el sistema; y la comodidad que permite que el usuario no necesite realizar acciones sobre el sistema, permitiendo la funcionalidad independiente del sistema inteligente.

La idea de edificio inteligente nació a mediados de los años 80, ofreciendo un nuevo concepto para el diseño y construcción de edificios, esto se hizo con la finalidad de reducir costos y aumentar la eficiencia de estos.

Los primeros trabajos sobre edificios inteligentes toman en cuenta la integración de todos los aspectos de comunicación dentro del edificio tales como seguridad, iluminación, comunicación por teléfono, comunicación por computadora mas todas las formas de administración de energía.

Dentro de las ventajas que puede traer la instalación de un sistema inteligente se puede mencionar que se produce un ahorro significativo de energía, ya que al estar todo automatizado solo se activan los servicios cuando sean necesarios, también se optimizan los recursos o se crea una mayor seguridad para los usuarios.

La administración de los sistemas inteligentes se lleva a cabo mediante diferentes sistemas de control, siendo la mas utilizada: la computadora personal, donde se puede tanto manejar a todo un edificio(iluminación, climatización, etc.), como también llevar almacenado todos los movimientos o acciones realizadas dentro de este, con la finalidad de llevar un control más específico de las situaciones internas o en muchos casos también externas al edificio, aunque todo esto puede generar una inversión inicial demasiado elevada.

El sistema inteligente controla la iluminación, el acceso de personas, la seguridad, el agua (ejemplo: sistema de riego), o la aclimatación del edificio, dependiendo de las necesidades de los usuarios. Se puede tomar como ejemplo que en un edificio inteligente se activará la iluminación de un pasillo solo si se encuentra algún usuario caminando por este, de lo contrario la luz se encontrará apagada, esto es porque funcionan con un sistema de sensores que detectan la presencia de individuos. Con esta aplicación se busca lograr un ahorro de energía. Otro ejemplo que se podría mencionar es un sistema de aire acondicionado que funcione según los requerimientos de cada sector de un edificio según el soleamiento y/o la presencia de personas.

En el mercado existen diferentes clases de sistemas inteligentes que se adaptan a las necesidades de las personas. Básicamente existen dos clases: los que utilizan como red de comunicación la instalación eléctrica existente de 110/220V o los que utilizan un bus de datos que es una instalación aparte.

En el caso en el que el sistema inteligente sea construido utilizando la instalación eléctrica ya existente como una red de comunicación de datos, se tiene que buscar en el mercado los dispositivos que permitan dicha automatización, esto evita tener que realizar una instalación nueva; las dificultades que genera este sistema son que se produce un alto costo adquirirlos y presenta problemas de expansión para conectar nuevos elementos al sistema.

En el caso de utilizar un bus de datos, dedicado al control externo de los dispositivos o actuadores, lo cual es ideal para los edificios que se están por construir o los que ya están contruidos, permite generar una solución efectiva orientada al ahorro y a la eficiencia, ya que es en esta etapa en donde se incorporan los elementos necesarios para que el bus de datos funcione correctamente; aunque existe una variedad de sistemas inteligentes desarrollados por empresas, dedicadas a este fin, que utilizan diferentes tecnologías y que solo permiten utilizar los dispositivos creados por ellos mismos.

La inversión inicial para todo tipo de edificio inteligente es elevada, pero sus resultados son muy favorables en cuanto al ahorro de energía; dicho ahorro compensa la fuerte inversión inicial, este capital inicial se espera recuperarlo entre los 3 a 5 años, dependiendo del tipo de edificio, todo el capital generado después de completar la inversión inicial se consideraría como las ganancias al utilizar el sistema de automatización de edificios. Algunos ejemplos de edificios que emplean un sistema inteligente son: New England Aquarium (Boston, Massachusets), Hospital General Regional N° 1 “Gabriel Mancera” (México), The Diamond Plaza (Vietnam), Manchester Airport (United Kingdom), etc.

JUSTIFICACIÓN.

Durante el mes de Junio del año 2003, se realizó un pequeño estudio sobre el uso de la energía eléctrica en los edificios “B”, “C” y “D” de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura por parte de los alumnos de la materia de sistemas electromecánicos, en donde se demostró que existe una mala práctica en el uso de la energía eléctrica durante los horarios asignados para las actividades académicas, esto se traduce en pérdidas económicas que afectan al presupuesto de la Universidad de El Salvador.

El uso indebido de la Energía Eléctrica se puede observar a cualquier hora del día en los edificios “B”, “C” y “D”, como ejemplo, durante horas de la mañana se puede apreciar que existen ciertas aulas con toda su iluminación encendida, sin estudiantes dentro de ella, cuando esta debería de estar apagada, por la tarde este problema persiste, incluso las mismas aulas activas en la mañana siguen estando encendidas durante la tarde, en la noche es igual que en los casos anteriores, y en el peor de los casos, la iluminación de un aula pasa encendida todo el día durante un periodo normal de clases (6:30 a.m. hasta 8:00 p.m.).

Una forma de poder reducir la mala utilización de la Energía Eléctrica consiste en utilizar tecnología de control automático para Automatización de Edificios, con el fin de poder optimizar los recursos de aplicación de la Energía Eléctrica siendo así más eficientes y generando ahorro en pago de energía eléctrica.

OBJETIVOS.

OBJETIVOS GENERALES.

1. Diseñar un sistema de control para reducir pérdidas en el consumo de energía eléctrica en los edificios “B”, “C”, “D”, Edificio administrativo y Edificio de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
2. Determinar el costo de la energía eléctrica mal administrada en los edificios “B”, “C” y “D”, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Determinar la inversión inicial para implementar un sistema inteligente para ahorro de energía en la facultad de ingeniería y arquitectura y el tiempo necesario para recuperar dicha inversión.
2. Descripción de los elementos que conformaran el sistema inteligente, especificando: configuración, elementos de detección de señales, elementos de acondicionamiento de señales, dispositivos de entrada y salida de señales de control, dispositivos para el control de iluminación y aire acondicionado, cables, computadora personal, que formaran parte del sistema inteligente.
3. Desarrollar el software que presente los requerimientos necesarios para poder controlar el sistema inteligente, que sea fácil de configurar y pueda ser utilizado por cualquier persona, además de poder ser visualizado vía Internet.
4. Desarrollo de los esquemas eléctricos en donde se indicara la ubicación de los elementos principales que conformaran el sistema inteligente.

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA AUTOMATIZACION.

Existen un sin fin de razones por la cual automatizar un edificio, pero al mismo tiempo se dan inconvenientes y dentro de estos tenemos el principal, que es: la Inversión Inicial, que muchas veces llega a ser elevada en cuanto al capital con el que se debe disponer al inicio de estos tipos de proyectos.

Las ventajas y desventajas para automatizar un edificio, no siempre son de aplicación general, sino que en algunas ocasiones solamente basta una de ellas para llevar o no llevar a cabo la automatización, en otras palabras depende del tipo y de la cantidad de recursos que se desean optimizar y lo que se busca con ello.

1.1. VENTAJAS DE UN SISTEMA INTELIGENTE.

Las principales ventajas al implementar un sistema inteligente en un edificio son:

- Economía.
- Comodidad.
- Seguridad.
- Optimización.

Economía.

Los edificios Inteligentes posibilitan una gestión optimizada del consumo de energía lo que se traduce en un substancial ahorro en costos energéticos.

Algunos aspectos que se pueden mencionar en los cuales se produce un ahorro se encuentran:

a) Climatización.

El aire acondicionado es activado según los requerimientos de diferentes sectores o usuarios y que pueden ser en los horarios deseados.

b) La iluminación.

Esta es activada automáticamente cuando se detecta presencia en un radio o área determinada o por medio de un horario.

c) Control de persianas.

El control de persianas puede ser efectuado de manera automática para evitar el consumo de luz artificial cuando la iluminación exterior es suficiente.

d) Control de riego.

Conectado a una pequeña estación meteorológica, es informado de la cantidad de precipitación sucedida desde la última activación, regando solamente lo necesario. Otro método es la programación del sistema de riego ya sea por horarios, humedad o lluvias.

Comodidad.

Un sistema inteligente proporciona mayor comodidad mediante el control automático de los sistemas ya antes mencionados: la climatización, iluminación, control de persianas, etc. Pueden crearse ambientes realmente agradables sin esfuerzo ni dificultad recurriendo a una previa programación, a un control remoto, a una unidad central de procesamiento o incluso recurriendo a la activación por voz.

Seguridad.

La seguridad es otra de las ventajas inherentes al concepto de Sistema Inteligente ya que implica la protección del edificio y la de sus residentes, ya sea a nivel de asalto o intrusiones o bien a nivel de accidentes domésticos como incendios, inundaciones o similares, para lo que se pueden instalar detectores, circuitos cerrados de vídeo (CCTV), sirena de alarma, llamada telefónica a los servicios de seguridad, procedimientos de emergencia, etc.

Optimización.

En un mundo donde la preocupación ambiental y las normas ecológicas forman parte integral de nuestro estilo de vida, es necesario utilizar de manera racional los recursos energéticos.

1.2. INCONVENIENTES DE UN SISTEMA INTELIGENTE.

Desde su progresiva implantación a partir de los años ochenta, un sistema inteligente ha evolucionado hacia niveles más exigentes y ha sabido ofrecer a los usuarios un sistema adecuado a sus necesidades, sin embargo, las carencias de esta tecnología aún son palpables y, pese a sus defensores en asegurar el reducido costo de la misma, el precio continúa siendo el principal obstáculo para la integración plena de la automatización en el entorno.

Principales deficiencias de un sistema inteligente.

- Inversión inicial.
- Averías.
- Falta de estandarización.
- Velocidad de transmisión.

Inversión inicial.

Dotar a un edificio de todos los servicios de un sistema inteligente y de un pre-cableado para la transmisión de datos resulta una inversión inicial muy elevada tanto para el promotor, que deberá asumir el costo sin tener la certeza, en algunos casos, de las posibilidades de venta del inmueble, como para el usuario, temeroso de que el sistema no responda a sus expectativas.

Averías.

Si éstas se producen en el núcleo del sistema o central de transmisión, el fallo bloquearía toda la red y las distintas funciones realizadas por el circuito Inteligente quedarían anuladas durante la avería.

Falta de estandarización.

La inexistencia de un protocolo de comunicación universal para los sistemas de control de instalaciones supone la cohabitación de multitud de ellos, incompatibles entre sí.

Velocidad de transmisión.

La transferencia de gran cantidad de datos puede provocar congestiones en la red y disminuir la velocidad de transmisión de datos como un ejemplo se puede mencionar la comunicación en anillo, cuando todos los equipos se interconectan formando un anillo, cuando este tipo de comunicación se lleva a cabo, la información pasa por todos los puntos que están comprendidos entre el origen y el destino, ello implica cierto retraso que dependerá del número de puntos conectados, lo que concede poca fiabilidad al sistema.

1.3. TOPOLOGÍA DE UN SISTEMA INTELIGENTE.

En todo sistema inteligente se incluye una red de comunicación que permite la interconexión de una serie de equipos como por ejemplo los sensores que automatizan, mediante un control inteligente a un conjunto de actuadores, con el fin de obtener información del entorno. Lo que hace un sistema inteligente es interconectar todos los sistemas automáticos y tomar decisiones.

Esta clase de comunicación o interconexión se puede clasificar según el tipo de arquitectura, según los medios de transmisión, la topología de la red y el protocolo utilizado.

Comunicación según la arquitectura.

La arquitectura de un sistema inteligente, como la de cualquier sistema de control, especifica el modo en que los diferentes elementos de control del sistema se van a ubicar; existen tres arquitecturas básicas:

Arquitectura centralizada o arquitectura estrella.

Este tipo de arquitectura se caracteriza por tener una unidad central inteligente encargada de administrar la edificación, a la que enviarán información distintos elementos de campo(sensores, detectores, etc.); la central se encargará de procesar los datos del entorno y, en función de la información y de la programación que se haya hecho sobre ella, actuará sobre determinados circuitos encargados de cumplir funciones específicas, desde la seguridad hasta el manejo de la energía eléctrica y otras rutinas de mantenimiento. Los elementos a controlar y supervisar (sensores, luces, válvulas, etc.) han de cablearse individualmente hasta la central inteligente (Computadora o similar) como lo muestra la figura 1.1.

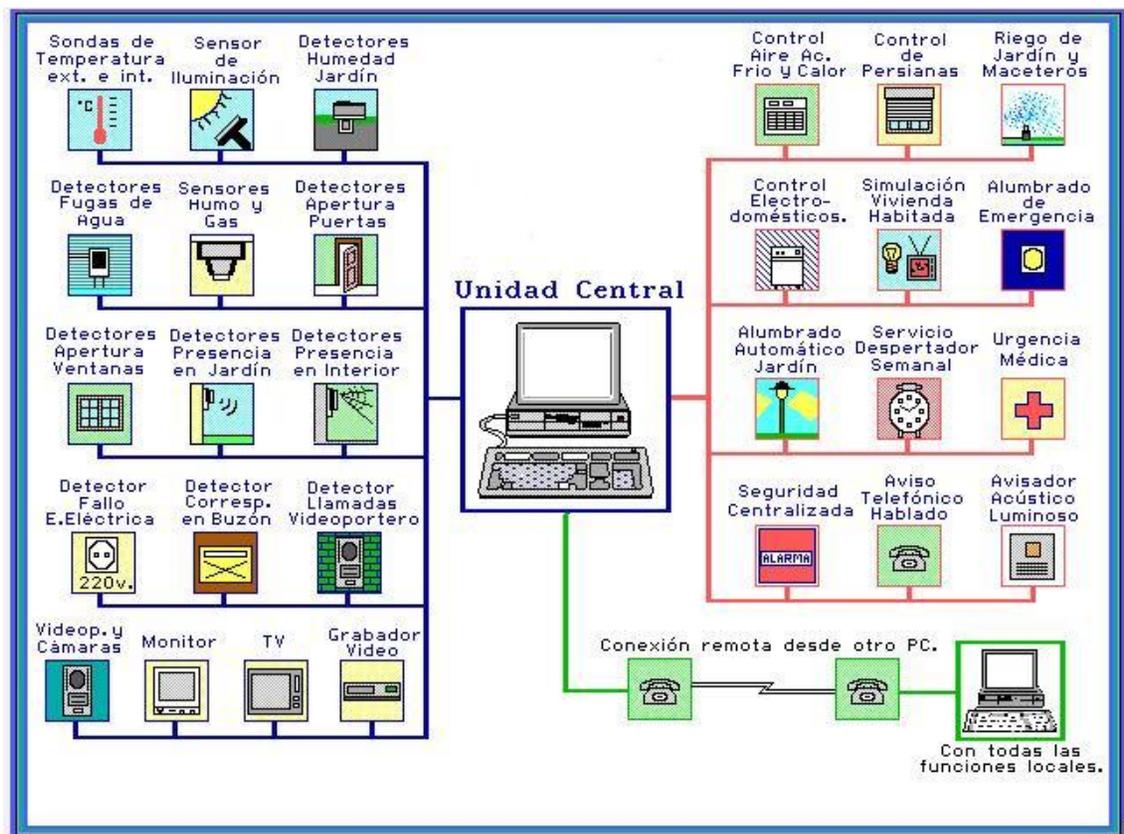


Figura 1.1. Arquitectura centralizada o arquitectura estrella.

La arquitectura centralizada posee una unidad central inteligente, que es el corazón del edificio, en cuya falta, todo el sistema deja de funcionar, además su instalación no es compatible con la instalación eléctrica convencional, en cuanto al periodo en donde se lleva a cabo la construcción, se tiene que elegir el tipo de topología para el cableado, que en su mayoría resulta ser excesivo.

Arquitectura Semidistribuida.

Es aquella arquitectura en la que se poseen equipos para el tratamiento de la información, comúnmente llamados nodos, en estos se conectan los elementos de control para activar o desactivar el elemento a controlar. La figura 3.2. muestra un ejemplo de arquitectura semi-distribuida.

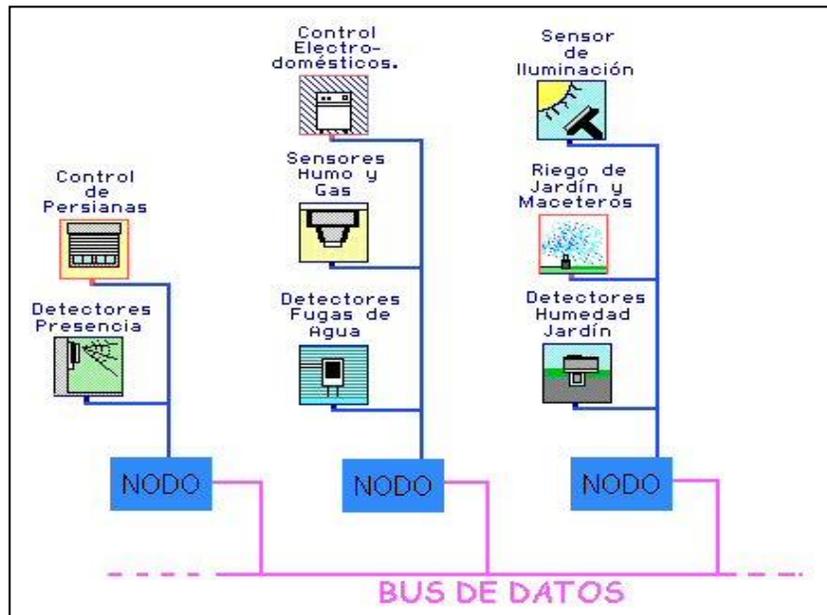


Figura 1.2. Arquitectura semi-distribuida.

Arquitectura Distribuida.

En este tipo de arquitectura, cada elemento posee la capacidad de tratar la información que recibe y actuar en consecuencia de forma autónoma, como lo muestra la figura 1.3, por tanto no es necesario la presencia de equipos para el tratamiento de la señal o de una unidad central.

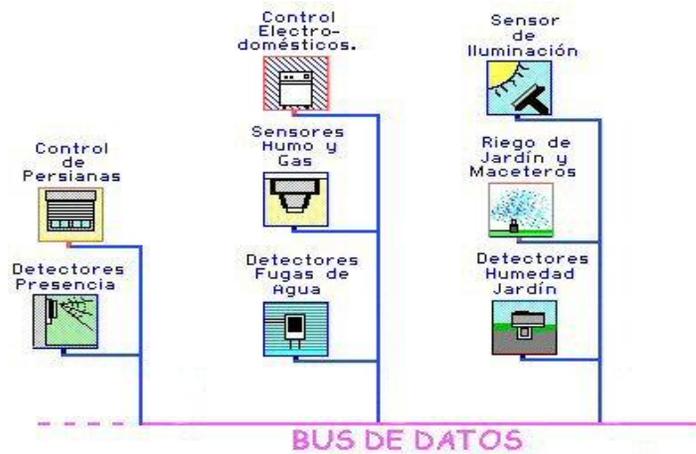


Figura 1.3. Arquitectura distribuida.

Comparación entre los diferentes tipos de arquitectura.

DESCRIPCIÓN.	TIPO DE ARQUITECTURA.		
	<i>Centralizada o Estrella</i>	<i>Semi distribuida</i>	<i>Distribuida</i>
Mal funcionamiento en elemento de campo no influye con operaciones de elementos restantes.	X	X	X
Facilidad a interconexión			
Para grandes Instalaciones		X	
Facilidad de reconfiguración			X
Mínima expansión de elementos	X		
Falla en unidad de control todo el sistema o parte de él es afectado	X	X	
Falla en el bus de datos todo el sistema o parte de el es afectado		X	
Exceso en uso de cable	X	X	

Cuadro 1.1. Comparación de tipos de arquitectura para un sistema inteligente.

Según los medios de transmisión.

En todo sistema inteligente, los diferentes elementos de control deben intercambiar información unos con otros o con la unidad central a través de un soporte físico, que pueden ser cables del tipo: par trenzado, línea de potencia o red eléctrica, radio, infrarrojos, etc.

Líneas de transmisión o líneas de energía eléctrica.

También conocido como sistema de corrientes portadoras. Para aquellos casos en los que las necesidades del sistema no impongan requerimientos muy exigentes en cuanto a la velocidad de transmisión, la línea de distribución de energía eléctrica puede ser suficiente como soporte de dicha transmisión.

Ventajas de la línea de energía eléctrica.

- En la mayoría de los casos se da un costo nulo de la instalación.
- Facilidad de interconexión.

Inconvenientes de la línea de energía eléctrica.

- Poca fiabilidad en la transmisión de información.
- Baja velocidad de transmisión.

Soportes metálicos.

La infraestructura de las redes de comunicación actuales, tanto públicas como privadas, tiene en un porcentaje muy elevado, cables metálicos de cobre como soporte de transmisión de las señales eléctricas que procesa.

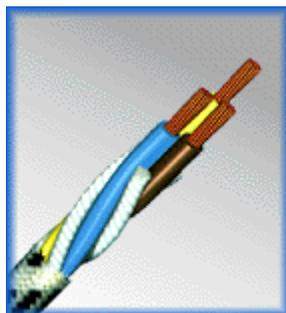


Figura 1.4. Cables Metálicos

Par metálico.

Los cables formados por varios conductores de cobre pueden dar soporte a un amplio rango de aplicaciones, como por ejemplo pueden ser utilizados para transportar datos, voz y alimentación de corriente continua.

Los denominados cables de pares están formados por cualquier combinación de los tipos de conductores que a continuación se detallan:

- a. Cables formados por un solo conductor con un aislamiento exterior plástico, ejemplo de estos son los utilizados para la transmisión de las señales telefónicas.
- b. Par de cables, cada uno de los cuales está formado por un arrollamiento helicoidal de varios hilos de cobre, son los que se usan para la distribución de señales de audio.
- c. Par apantallado, formado por dos hilos recubiertos por un trenzado conductor en forma de malla cuya misión consiste en aislar las señales que circulan por los cables de las interferencias electromagnéticas exteriores, que son los empleados para la distribución de sonido de alta fidelidad o datos.



Figura 1.5. Cable Apantallado.

- d. Par trenzado, está formado por dos hilos de cobre recubiertos por un trenzado en forma de malla. El trenzado es un medio para hacer frente a las interferencias electromagnéticas, ejemplo de esto tipo de cables son los utilizados para interconexión de ordenadores.

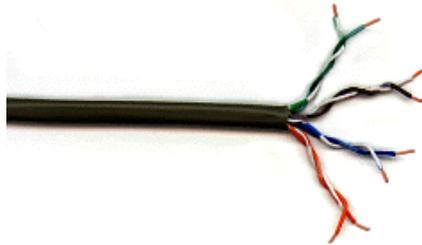


Figura 1.6. Cable UTP

Cable coaxial o par coaxial.

Este tipo de cables permite el transporte de las señales de vídeo y señales de datos a alta velocidad.



Figura 1.7. Cable Coaxial.

Fibra óptica.

Esta es utilizada cuando se desea transferir grandes cantidades de datos, ya que es un medio que proporciona rapidez, seguridad y banda ancha a la transferencia de datos.

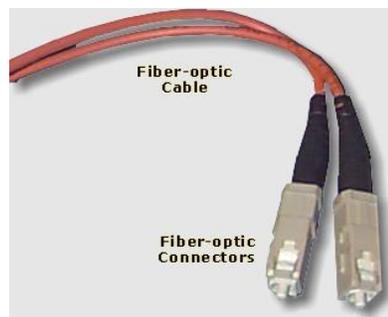


Figura 1.8. Fibra Óptica.

Dentro de las ventajas que existen en la utilización de fibra óptica tenemos:

- Fiabilidad en la transferencia de datos.
- Inmunidad frente a interferencias electromagnéticas y de radio frecuencias.
- Alta seguridad en la transmisión de datos.
- Transferencia de gran cantidad de datos.

Como principales inconvenientes tenemos:

- Elevado costo de los cables y las conexiones.
- Distancia entre los puntos de la instalación limitada.

Infrarrojos (IR).

El uso de controles a distancia por transmisión con rayos infrarrojos esta ampliamente extendida en el mercado residencial, con la finalidad de controlar en forma remota equipos de audio y vídeo.

Radio frecuencias.

La introducción de las radiofrecuencias para la transmisión en el edificio, ha venido precedida por la proliferación de los teléfonos inalámbricos y sencillos controles remotos.

Este medio de transmisión puede parecer, en principio, idóneo para el control a distancia de los sistemas inteligente, dada la gran flexibilidad que supone su uso, sin embargo resulta particularmente sensible a las perturbaciones electromagnéticas producidas, tanto por los medios de transmisión, como por los equipos domésticos.

Inconvenientes en los sistemas basados en transmisión por radiofrecuencia:

- Alta sensibilidad a las radio frecuencias.
- Fácil intervención de las comunicaciones.
- Dificultad para la integración de las funciones de control y comunicación, en su modalidad de transmisión analógica.

Según la topología de la red.

Para los sistemas de cable, existe un concepto a tener en cuenta y es la topología de la red de comunicaciones; La topología de red se define como la distribución física de los elementos de control respecto al medio de comunicación (cable) y pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Bus.
- Anillo.
- Topología libre.

Topología de la red en Bus.

Cada elemento de control es conectado directamente al bus de datos.

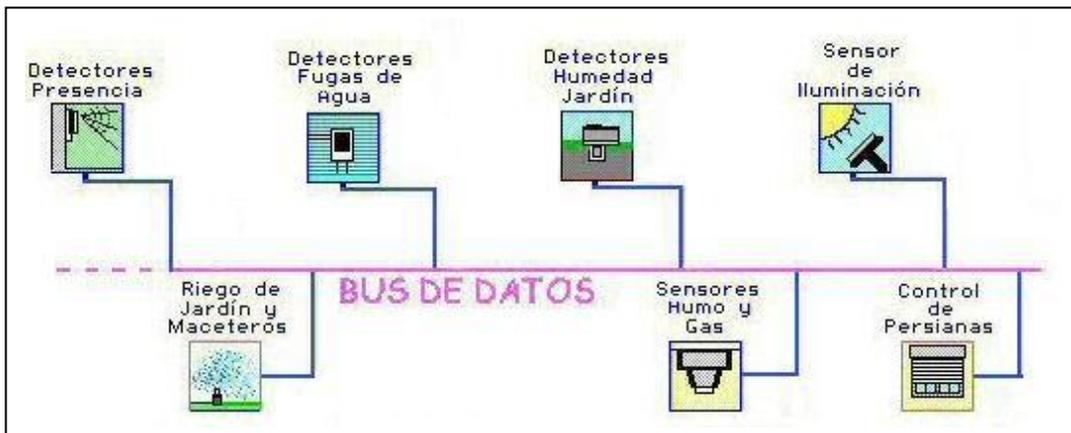


Figura 1.9. Arquitectura tipo Bus.

Anillo.

Este tipo de arquitectura se da cuando todos los equipos y elementos se interconectan, formando un anillo.

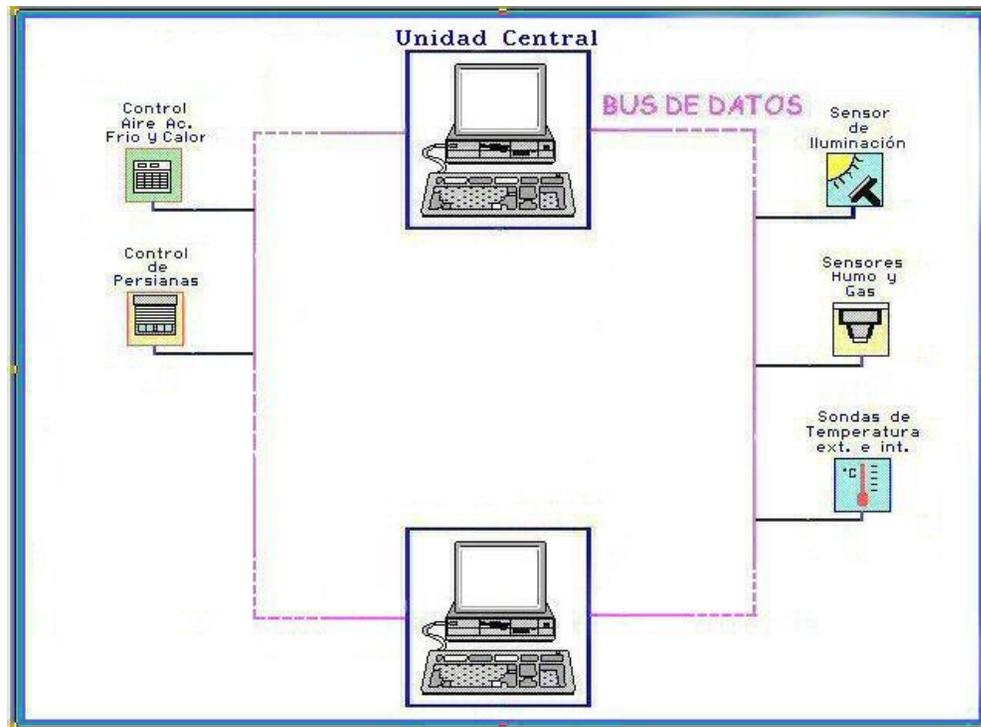


Figura 1.10. Arquitectura tipo Anillo.

Topología libre.

Cualquier tipo de topología diferente a las anteriores o puede ser la combinación de las topologías ya antes mencionadas.

Según el protocolo.

Un sistema inteligente se caracteriza por el protocolo de comunicaciones que utiliza, que no es otra cosa que el “idioma” o formato de los mensajes que los diferentes elementos de control del sistema deben utilizar para entenderse unos con otros y que puedan intercambiar su información de una manera coherente.

Dentro de los protocolos existentes, se puede realizar una clasificación atendiendo a su estandarización:

- Protocolos estándar: son los que de alguna manera son utilizados ampliamente por diferentes empresas y estas fabrican productos que son compatibles entre sí.
- Protocolos Propietarios: Son aquellos que desarrollados por una empresa, solo ella fabrica productos que son capaces de comunicarse entre sí.

CAPITULO II

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA CONTROL DE ILUMINACIÓN Y USO DE LUZ NATURAL

Para el control de iluminación y uso de luz natural, se toma en cuenta como principal factor para su implementación, el aspecto económico, la mayoría de sistemas inteligentes tienen un costo muy elevado, cuando se trata de automatizar grandes sectores como es en el caso de edificios, otro factor que debe de tomarse muy en cuenta es el tipo y la cantidad de cables que se necesitan para transmitir y recibir información, esta información, si se desea que la transmisión de datos sea de banda ancha, como en el caso de enviar o recibir varios señales en un mismo conductor(fibra óptica) y que no llegue a saturar la comunicación con las unidades de control(sensores, actuadores, etc).

Una de las ventajas que debe de poseer cualquier sistema inteligente, es la facilidad de expandirse, de poder agregar elementos de control con la mayor facilidad posible y de no necesitar a un experto en sistemas inteligente, sino mas bien una persona con conocimientos de electrónica, electricidad y computación.

En el mercado existen diferentes tipos de elementos de control, muchos de estos necesitan de diferentes formas de señales para actuar o para realizar la tarea que se les ha asignado, como el ejemplo de señales análogas y señales digitales, este tipo de inconveniente no debe de ser problema alguno para un sistema inteligente.

Es por estos factores, por la comparación entre otras tecnologías y dispositivos, por los costos de adquisición, la forma de expansión que resulto ser el mejor elemento la tarjeta de adquisición de datos LABJACK U12 (figura 2.1 y figura 2.2), que es un elemento de control y adquisición de datos, con la diferencia de poseer un costo menor al de una tarjeta de adquisición de datos PCI, y además, la comunicación con la computadora es por medio del bus serial universal (USB).

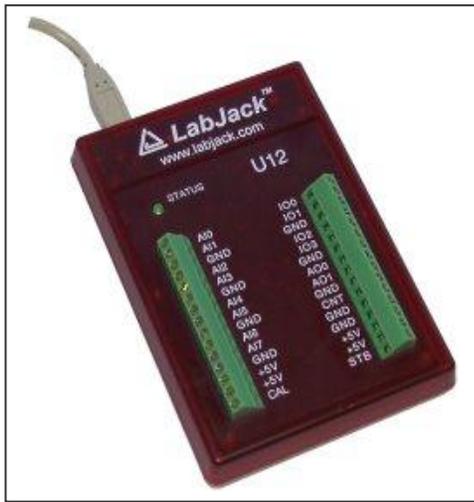


Figura 2.1. Tarjeta de adquisición de datos y de control Labjack.

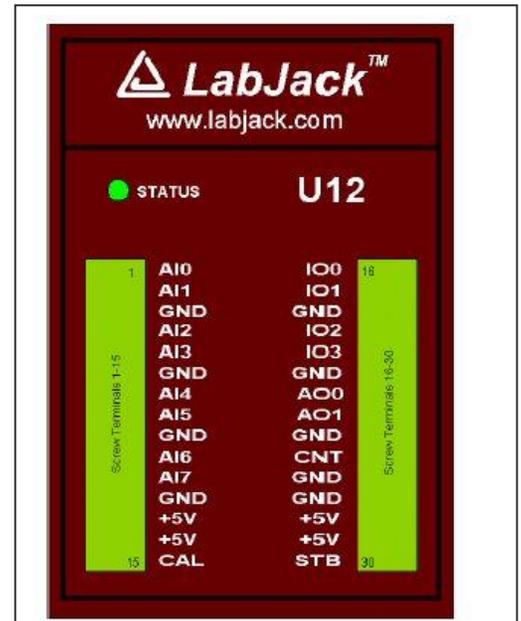


Figura 2.2. Vista Aérea.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y DE CONTROL LABJACK U12.

Labjack U12 es un controlador y un dispositivo de automatización basado en un puerto bus serial universal (USB), el cual posea entradas análogas / digitales y salidas análogas / digitales, posee una interfase fácil de usar entre la computadora y el mundo físico. LabJack U12 tiene muchos mecanismos de protección, pero es posible, en el caso de uso impropio y/o irrazonable, dañar el LabJack e incluso la computadora personal con la cual se esta controlando.

Dentro de las aplicaciones que se pueden realizar con esta tarjeta de adquisición tenemos la lectura de sensores con salidas de niveles de voltajes, corriente, potencia, temperatura, humedad, velocidad del viento, fuerza, presión, aceleración, revoluciones por minuto (rpm), intensidad de luz, y mucho mas. Este dispositivo trae todas estas clases de datos a la computadora donde puede ser almacenada y procesada como se desee. Realiza la tarea de controlar, como puede ser en el caso de motores, luces, solenoides, relés, válvulas, etc.

2.1.1. RASGOS CARACTERÍSTICOS.

- Sistemas operativos de Windows 98, Me, 2000 y Xp
- Entradas Análogas de 12 bits (8 entradas independientes, 4 diferenciales).
- Rango de voltaje análogo de entrada ± 10 Voltios.
- Arriba de 8k muestras / Segundo o 1.2 k muestras / Segundo (Flujo).
- 2 salidas análogas.
- 20 entradas/salidas digitales (arriba de 20Hz por entrada/salida).
- Dispositivo Plug-and-play.
- Conexión de más de 80 dispositivos LabJack a un puerto Bus Serial Universal.
- No necesita alimentación de potencia.
- Incluye VIs (Virtual Instruments) de LabVIEW
- Incluye aplicaciones y software de reconocimiento.
- Incluye cables.
- Tamaño aproximado de 4'' x 6'' x 1''.

2.1.2. DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE.

Las características externas de la tarjeta de adquisición de datos LabJack U12 son:

- Conector de USB
- Conector DB25 de entradas / salidas digitales.
- LED de estado.
- 30 terminales de tornillo.

Las conexiones de +5 voltios que están disponibles en varias localizaciones son salidas, y no entradas de suministro.

Las Figuras 2.1 y la figura 2.2 muestra la superficie del LabJack U12. No se muestran los conectores USB y DB25 que se encuentran en la parte superior. El conector DB25 provee 16 líneas de conexiones I/O digitales, llamadas D0-D15. También tiene conexiones para tierra y +5 voltios. Todas las conexiones además de las D0-D15, son proporcionadas por las 30 terminales de tornillo. Cada terminal de tornillo individual tiene una etiqueta, desde AI0 hasta STB.

- AI0–AI7: LabJack U12 tiene 8 terminales de tornillo para entradas de señales analógicas. Éstas pueden ser configuradas individualmente como 8 canales cerrados, 4 canales diferenciales, o combinaciones entre ellos. Cada entrada tiene una resolución de 12 bits y una entrada de corriente de polarización de $\pm 90 \mu\text{A}$.
- AO0 & AO1: LabJack U12 tiene 2 terminales de tornillo para voltajes de salida analógicos. Cada una de las salidas analógicas puede configurarse a un voltaje entre 0 y el voltaje de suministro (+5 voltios nominales) con 10-bits de resolución.
- IO0–IO3: Conexiones de 4 de las 20 I/O digitales del LabJack que se hacen a través de los terminales de tornillo, y son llamadas como IO0-IO3. Estos 4 canales incluyen resistencias en serie de 1.5k que proporciona protección de sobrevoltaje / corto-circuito.
- D0–D15: Conexiones de 16 de las 20 I/O digitales del LabJack que se hacen a través del conector DB25, y son llamadas como D0-D15. Estas 16 líneas no tienen ninguna protección de sobrevoltaje / corto-circuito, y pueden recibir o suministrar 25 mili Amperios cada una (corriente total de entrada o salida es de 200 mili Amperios máxima). Todas las I/O digitales son salidas CMOS y entradas TTL, excepto D13 -D15, que son entradas activas Schmitt trigger.

Pines del DB25:

1: D0	6: D5	11: +5V	16: GND	21: D11
2: D1	7: D6	12: +5V	17: GND	22: D12
3: D2	8: D7	13: +5V	18: D8	23: D13
4: D3	9: NC	14: GND	19: D9	24: D14
5: D4	10: +5V	15: GND	20: D10	25: D15



Figura 2.3. PinOut del conector femenino DB25.

- +5V: LabJack tiene +5 voltios nominales de suministro de potencia interna. Esta potencia puede obtenerse conectándose en los terminales de tornillo de +5V, o los pines de +5V del conector DB25. La cantidad total de corriente que puede obtenerse de los pines de +5V, salidas analógicas, y salidas digitales, es 450 mili Amperios para la mayoría de las computadoras de escritorio y concentradores (hubs) USB. Algunas computadoras portátiles y hubs con bus de alimentación pueden limitar esta corriente disponible a aproximadamente 50 mili Amperios.
- GND: Las conexiones de GND disponibles en los terminales de tornillo y del conector DB25 proveen una tierra común a todas las funciones del LabJack.

2.1.3. CONFIGURACIÓN DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

El CD del LabJack U12 instala la aplicación: LJconfig es la aplicación principal y la primera en ejecutarse antes de utilizar cualquier unidad de LabJack, ya que es la encargada de darle un direccionamiento a la tarjeta de adquisición de datos.

LJconfig.

Esta Aplicación enlista todos los Labjacks conectados al puerto USB de la computadora, y permite fijar su identificación local en cada uno de ellos.

Cada Labjack posee una identificación local y un número de serie. La identificación local es un valor entre 0 y 255, que puede ser cambiada por el usuario, el número de serie es un valor entre 256 y 2,147,483,647 que son únicos entre todos los LabJacks y no pueden ser cambiados por el usuario. LJconfig es usado para fijar la identificación local de un Labjack particular.

La figura 2.4. muestra la ventana cuando LJconfig es ejecutado, cada vez que el botón “Refresh” es presionado, LJconfig escanea el puerto USB para determinar todos los Labjacks que han sido conectados. Para cambiar la identificación local de un Labjack particular, se tiene que presionar el botón “Change” y una nueva ventana aparecerá como lo muestra la figura 2.5.

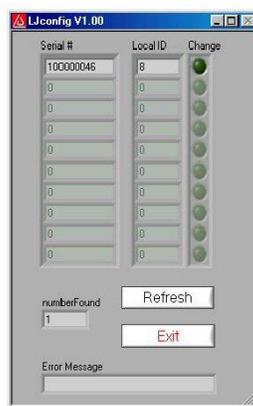


Figura 2.4. LJconfig.



Figura 2.5. LJconfig, cambiar identificación local

Introduciendo una nueva identificación local entre 0 y 255 y presionar el botón “Change” en la figura 2.5, la nueva identificación local será escrita y el Labjack será forzado a re – enumerarse.

2.1.4. VENTAJAS AL UTILIZAR TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS LABJACK U12.

Dentro de las ventajas al utilizar este tipo de tarjeta de adquisición de datos tenemos.

- Fácil de expandir.
- Fácil conexión e instalación.
- No utiliza mucho espacio físico.
- Posee entradas / salidas análogas y digitales.
- No necesita fuente de alimentación.
- Viene incluido software de control.
- Posee ejemplos de aplicación.
- Bajo costo.

Dentro de las inconvenientes tenemos:

- Depende en un cien por cien de una computadora.
- Escasas salidas análogas.
- Salida máxima de voltaje directo de 5 Voltios
- No es comercializado en el país (El Salvador).
- No existe soporte técnico para El Salvador.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DE LOS PERIFÉRICOS NECESARIOS PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN INTELIGENTE, Y MONITOREO DE TEMPERATURA

En el mercado existen diferentes tipos de dispositivos para automatizar un edificio, según el tipo de aplicación, tenemos: sensores de movimiento, sensores o sondas de temperatura, sensores de humedad, etc.

En la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador la mayoría de sus edificios poseen el mismo tipo de lámparas: luminarias con una potencia de 101 Watts (3 x 32 W + 5W), luminarias del tipo ojo de buey de 75 Watts; estos tipos de luminarias pueden ser controladas con sensores de presencia, los tipos de sensores se diferencian en la forma de alimentación, el campo de acción o área de control, los niveles a los cuales deben de ser instalados, capacidad en cuanto a la potencia que pueden controlar, etc. Mediante los sensores de presencia se optimiza el uso de la energía eléctrica en cuanto a su aplicación en iluminación.

Además existe la posibilidad de controlar la cantidad de iluminación natural que entra a través de las ventanas, esto se puede realiza utilizando un sistema de cortinas motorizadas, el control de estas cortinas se realiza en forma automática o manual.

El monitoreo de temperatura para un área específica, se puede lograr con sensores o sondas de temperatura (RTD) las cuales son dispositivos de pequeñas dimensiones. Estos sensores necesitan etapas de acondicionamiento de señal y de amplificación.

3.1. SENSORES DE MOVIMIENTO.

Para la selección de los sensores se considera la capacidad de carga que estos pueden soportar, la calidad de estos, la facilidad de instalación, el costo y el área en el cual estos sensores actúan. En nuestra aplicación se ha elegido como una solución los sensores de movimiento “Sensorswitch” ya que poseen todas las cualidades antes mencionadas.

3.1.1. SENSORES DE MOVIMIENTO SENSORSWITCH CRM – PDT.



Figura 3.1. Sensorswitch CRM – PDT.

ESPECIFICACIONES:

- Tiempo de retardo ajustable de 0 a 20 minutos.
- Tecnología PIR y ULTRASONICA.
- Temperatura de operación 14° a 160° F.
- Rango de balastro electrónico a cualquier voltaje de 600W.
- 120 VAC @ 600W.
- 277 VAC @ 1200W.
- 347 VAC @ 1500W.
- Frecuencia: 50 / 60 Hz.
- Alcance: 360° con 7 metros de diámetro.
- 3 minutos para estabilizarse.
- Indicador de actividad (Led Verde)

DESCRIPCIÓN:

El sensor de movimiento CMR – PDT de Sensorswitch utiliza detección PIR (Rayos Infrarrojos Pasivos) para determinar la existencia de presencia en un espacio determinado, además posee sensores de sonido, una vez inicializada la condición de encendido a la iluminación, los sensores de sonido son activados, detectando cambios de niveles de ruido en el espacio sensado.

La respuesta en frecuencia electrónica y sensibilidad al movimiento son calibrados de fábrica.

TECNOLOGÍA PIR.

Los detectores PIR (Rayos Infrarrojos Pasivos) reaccionan sólo ante determinadas fuentes de energía, como lo es la energía del cuerpo humano. Estos sensores captan la presencia, detectando la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el calor generado por el espacio alrededor, un cambio de temperatura entre estas 2 condiciones, ya sea por la presencia de personas o por la ausencia de las mismas, puede generar el encendido o apagado de la iluminación.

TECNOLOGIA ULTRASÓNICA.

Un circuito auto – ajustable llamado Control de Ganancia Automático, que es interno al sensor, distingue entre un ruido de fondo y ruido repentino, como ruido repentino tenemos: teclear en una computadora, hablar, mezclar papeles, etc., y el ruido de fondo es aquel que está presente durante largos periodos de tiempos, ejemplo: El movimiento de las agujas de un reloj.

Permiten un tiempo de retardo ajustable de 0 a 20 minutos que mantiene la iluminación encendida durante periodos de no-actividad, una vez este tiempo haya transcurrido la iluminación se apaga.

INSTALACIÓN:

Para una superficie de concreto o material con composición sólida se utiliza el modulo WIREMOLD V5738, como lo muestra la figura 3.2.

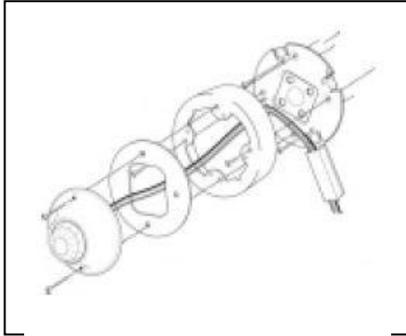


Figura 3.2. Wiremold V5738.

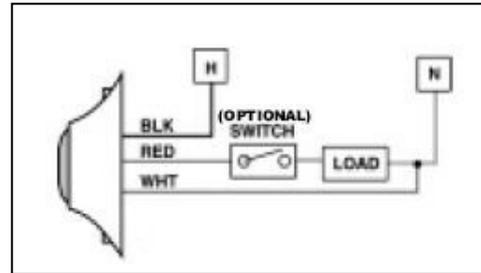


Figura 3.3. Diagrama de conexión.

La figura 3.3. muestra la conexión típica para un este tipo de sensor, donde “H” es la línea de alimentación, N es el neutro de la alimentación, LOAD es el equivalente a la carga (iluminación) que se desea controlar y (OPCIONAL) SWITCH, es un interruptor opcional para desactivar la iluminación con un interruptor manual convencional. Este interruptor esta conectado después del conductor rojo (RED). El alambre neutro debe de estar conectado o la iluminación nunca se desactivara y el LED indicador de actividad (color verde) nunca parpadeara.

MULTIPLES SENSORES A UNA CARGA.

Para grandes áreas el sensor CMR-PDT puede ser conectado en paralelo con una unidad CMR – 9, como lo muestra la figura 3.4, con la finalidad de controlar la iluminación con cualquiera de los sensores conectados en paralelo.

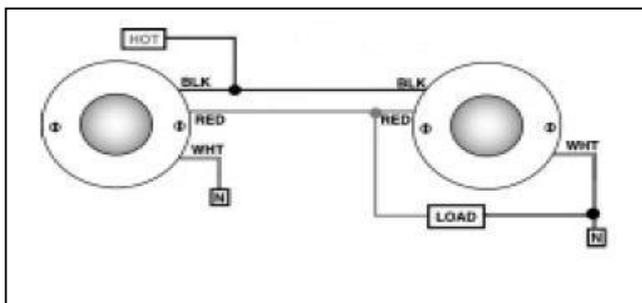


Figura 3.4. Conexión de sensores en paralelo.

VISTA DEL CAMPO DE ACCION.

Como lo muestra la figura 3.5, a una altura de 9 pies (2.7 metros), el alcance del sensor CMR PDT es de 24 pies (7 m.) de diámetro.

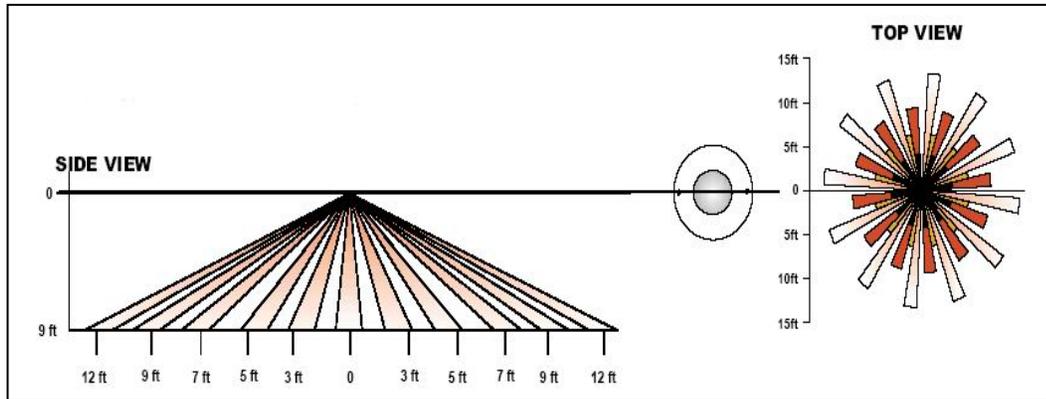


Figura 3.5. Campo de acción.

3.1.2. SENSOR DE MOVIMIENTO SENSORSWITCH WVR.



Figura 3.6. Sensorswitch WVR.

ESPECIFICACIONES.

- Ajustable tiempo de retardo de 0.5 a 20 minutos.
- Tecnología PIR y ULTRASÓNICA.
- Alcance de 12 metros.
- Temperatura de operación 14° a 160° F.
- Altura típica de instalación de 7 pies (2.1 Metros) a 8 pies (2.4 Metros).
- Montura: Wiremold V5741, para esquina utilizar Wiremold V5719.
- Temperatura de operación 14° a 85° F.
- Voltajes de operación: 120 / 277 / 347 VAC.
- 13 Amperios por cada polo.
- 3 minutos para Calentar.
- Indicador de actividad (LED Verde).

DESCRIPCIÓN.

El sensor WVR-16 usa una combinación de tecnología PIR con un lente de Fresnel para detectar movimiento y así cambiar al estado ON en la iluminación. El lente Fresnel de vista ancha volumétrica provee múltiples niveles de detección montado a una altura de 7 a 8 pies (2.1 Metros a 2.4 Metros).

SENSOR DE TECNOLOGIA DUAL.

El sensor WVR – PDT opera igual al sensor WVR – 16, donde el “sonido” juega un papel importante en la activación de la iluminación. Una vez la tecnología PIR es activada, el sensor WVR – PDT activa los micrófonos, detectando cambios en los niveles de ruido en un espacio determinado.

INSTALACIÓN.

Instalar el sensor a una altura de 2.4 metros, si se monta en una esquina, se debe de utilizar una caja de extensión Wiremold V5719, como lo muestra la figura 3.9. En caso de instalarlo en una superficie plana utilizar una caja de extensión Wiremold V5741, estas cajas de extensión permiten sujetar al sensor y además poder ubicarlos con la inclinación deseada.

Como una opción se puede instalar un interruptor manual convencional para apagar la iluminación.

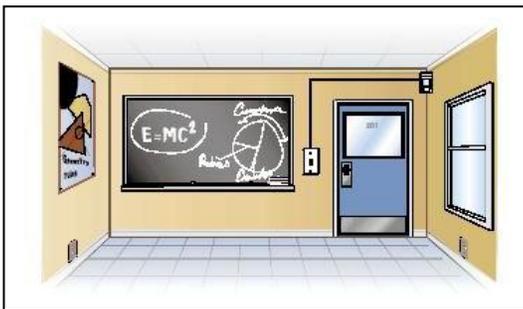


Figura 3.7. Instalación en una Esquina

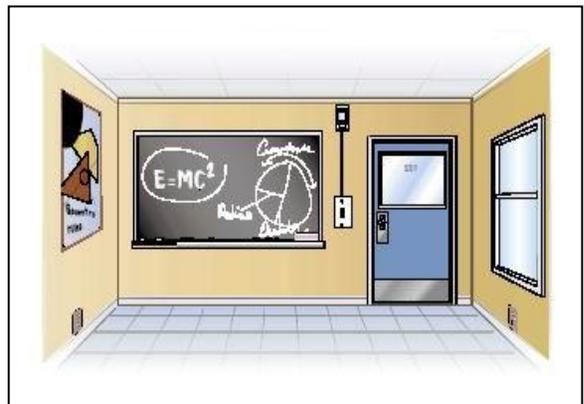


Figura 3.8. Instalación en una superficie plana.

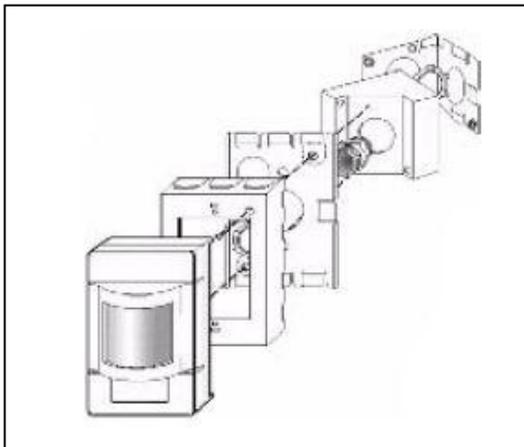


Figura 3.9. Caja de extensión Wiremold V5719

VISTA DEL CAMPO DE ACCION.

Como lo muestra la figura siguiente, el sensor WVR produce un ángulo de detección de presencia de aproximadamente 156° con un alcance de 40 pies (12.2 Metros) y con una altura máxima de 6 pies (1.83 Metros) y una altura mínima de 2.5 pies (0.76 Metros).

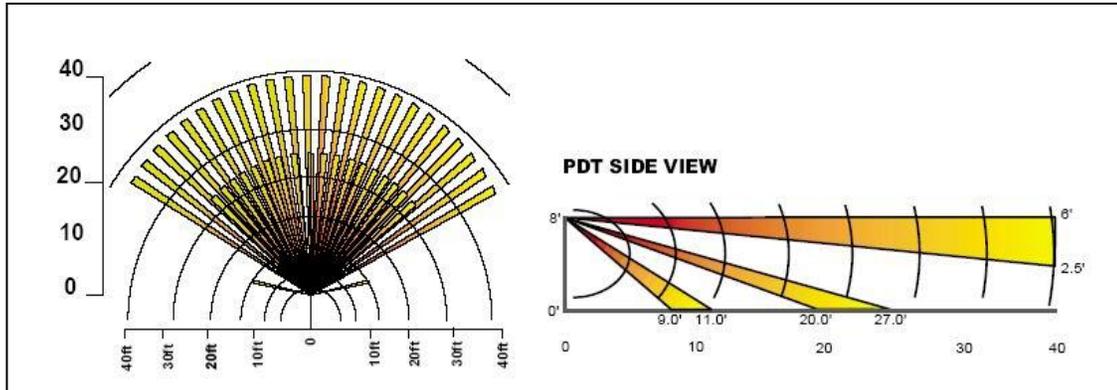


Figura 3.10. Campo de acción.

3.2. SENSOR UNIVERSAL DE TEMPERATURA E1-1022.



Figura 3.11. Sensor de temperatura E1 -1022

El E1-1022 es un sensor universal de temperatura llamado RTD que consiste en un semiconductor de temperatura, montado en un tubo de plástico. El sensor E1 - 1022 puede ser instalado al aire libre, en superficies y líquidos no corrosivos.

Especificaciones del sensor de temperatura:

- Rango de temperatura: -40 °C a 100 °C.
- Salida hacia Labjack U12 o hacia algún medidor
- Resolución: 0.1 °C en el rango de 4V.
- Potencia: +5Vdc.
- Resistencia de salida 50k o mayor o 100uA máximo.
- Fabricante: ELECTRONIC INNOVATIONS CORP.

3.3. BASE PARA RELES RB16.

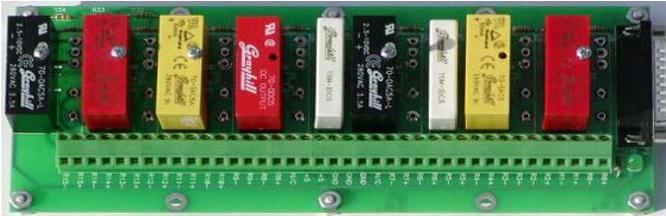


Figura 3.12. Base para relés, RB16.

Debido a que Labjack U12 proporciona salidas digitales con muy baja capacidad de corriente, es necesario, para este tipo de aplicación, utilizar una tarjeta para relés llamada RB16. La tarjeta RB16 posee ranuras para poder montar 16 mini módulos industriales. La conexión entre la tarjeta de adquisición de datos y el RB16 se realiza por medio del conector DB25, incluido en la tarjeta de relés RB16.

3.4. MINI MODULOS INDUSTRIALES.



Figura 3.13. Mini módulos industriales. Relé 70M-OAC

Los módulos de I/O están disponibles por una serie de fabricantes tales como: Grayhill, Crydom y Kyoto y permiten al Labjack U12 controlar o monitorear voltajes de 120 / 240 AC y voltajes de 3 / 30 DC.

Dentro de los mini módulos industriales Grayhill tenemos:

- 70M – OAC5 (Salida AC).
- 70M – ODC5 (Salida DC).
- 70M – IAC5 (Entrada AC).
- 70M – IDC5 (Entrada DC).

CARACTERISTICAS TECNICAS DE RELE 70M-OAC5

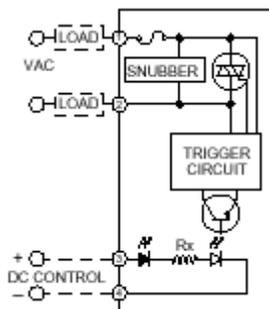


Figura 3.14. Diagrama interno de Mini Modulo 70M – OAC5

- Protección de saltos (Transient): Cumple requisitos de norma IEEE 472, “Surge Withstanding Capability Test (Prueba de Capacidad de Resistencia a Disparos)”.
- SPST, Normalmente Abierto
- Certificaciones UL, CSA, CE, TÜV.
- Aislamiento Óptico
- Garantía de por vida

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- ZVT (Cero Voltaje Turn-On)
- Rango de Corriente de Carga: 0.003 – 3.5Amp_{rms}.
- 1 Ciclo de Corte Máximo: 80 A rms.
- Máximo Tiempo de Encendido (Turn-On, 60 Hz): 8.33 mS.
- Máximo Tiempo de Apagado (Turn-Off, 60 Hz): 8.33 mS.
- Dv/dt estático: 3000 V/microsec.
- Disipación de Potencia Típico: 1 W/A
- Aislamiento de Voltaje: 4000 Vrms.
- Rango de Almacenamiento de Temperatura: -40 a +125 °C.
- Rango de Operación de Temperatura: -40 a +100 °C.
- Garantía: Tiempo de vida.
- Voltaje de Línea Nominal: 120Vac.
- Rango de Voltaje de Carga: 24-140 Vac.
- Mínimo Pico de Voltaje de Bloqueo: 400 volts
- Máximo Off-State Leakage @ 60 Hz: 2 mA, rms
- Voltaje Lógico Nominal (Vcc): 5 Vdc.
- Rango de Voltaje Lógico: 2.5 – 10 Vdc.
- Máximo Suministro de Corriente Lógico @ Vcc Nominal: 16 mA.
- Resistencia de Entrada nominal (Rx): 240 Ohms.
- Voltaje Drop-Out Mínimo: 1 Vdc.
- Máximo Voltaje Lógico en Reversa: -5 Vdc

3.5. RELES.

3.5.1. RELE R02 – 11A10 – 120.

Estos tipos de relés son utilizados para controlar circuitos de iluminación, tiene la característica de poder ser activados por un voltaje de 110Vac, este es el voltaje con el cual se esta trabajando. El número de relés R02 – 11A10 – 120 dependen del número de circuitos de iluminación que posea un edificio.



Figura 3.15. Relee R02 – 11A10 – 120

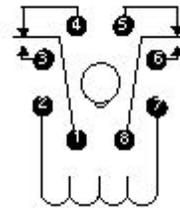


Figura 3.16. Diagrama de conexión.

ESPECIFICACIONES TECNICAS.

Voltaje de Bobina	120 a.C.
Corriente de Contacto.	10 Amperios.
Numero de Polos	2 (DPDT)
Resistencia de contacto	0.05 Homs máximo, inicial.
Voltage Pick - Up	80% de nominal o menor.
Sensibilidad Mínima.	125mWatt por polo.
Ciclos de trabajo.	Continua.
Tiempo para Operar	25m segundos o menos.
Tiempo para establecerse.	20m segundos o menos.
Temperatura de Operación.	-10 a.C. a 50 a.C.
Base.	R95 – 101.

Cuadro 3.1. Especificaciones técnicas de relee R02 – 11A10 – 120.

BASE DE MONTAJE R95 – 101.

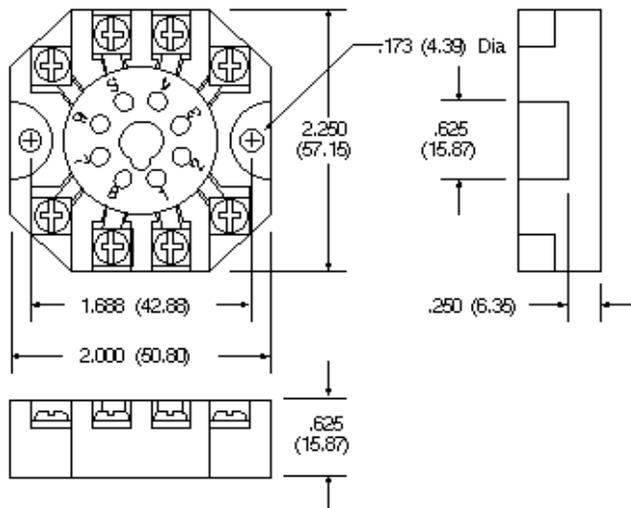


Figura 3.17. Diagrama de base de montaje.

Especificaciones.

- Terminales de presión de enroscar.
- Rango eléctrico de 600 Voltios, 10 Amperios.

3.5.2. RELE G2R – 2 – S – AC120.

Relé utilizado para monitorear el estado del sensor de iluminación, estos relés dependen de la cantidad de sensores de movimientos a utilizar y la cantidad de sensores de iluminación (Fotocelda).

Especificaciones Técnicas.

Voltaje de Bobina.	120 Vac.
Numero de Polos	2.
Vida de servicio.	10,000,000 (Mínimo)
Resistencia de Bobina.	6500 ohms.
Corriente de Contacto.	10 Amperios.

Cuadro 3.2. Especificaciones técnicas de relé G2R-2S –AC12



Figura 3.18. Relé G2R – 2 S – AC120.

BASE EN FORMA DE RIEL P2RF – 05 – E.



Figura 3.19. Base en forma de riel y diagrama de conexión.

3.6. CORTINAS MOTORIZADAS.

La función de cortinas motorizadas es de proporcionar la entrada de iluminación natural a ciertas áreas, estas cortinas pueden ser movidas en forma horizontal o vertical según el tipo de riel (figura 3.20) en la cual están instaladas, los rieles electrónicos son activados por un motor de 12Vdc, que tiene la capacidad de abrir o cerrar dichas cortinas.

3.6.1. CARACTERÍSTICAS DE CORTINA PREMIO K1



Figura 3.20 Cortina Premio K1.

Tipo standard:

- Dedicada a operación funcional.
- El diseño de Premio permite gran versatilidad.
- También es posible la operación manual abierto / cerrado.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MOTOR:

Razón de Voltaje de alimentación	AC100 - AC240 V
Razón de Frecuencia de alimentación	50/60 Hz
Alimentación de corriente	0.6A en AC100, 0.4A en AC240
Consumo de potencia	60W en AC100, 96W en AC240
Voltaje de operación	DC 5V
Frecuencia de operación	4 mA
Tiempo de abierto / cerrado	4 seg/m
Peso máximo de la cortina	6 kg(3 por lado)
Numero de correedores	10 piezas/m
Especificaciones de motor:	
- Razón de voltaje	DC 12 V
- Razón de corriente	280 A
Temperatura circundante	0 – 50 °C
Peso	1.4 kg.
Material y acabados:	
- Set de rieles	Metal y aluminio compuesto, acabado blanco caliente.
- Motor	Case: Resina AES, Tapa: Resina AES
Tamaño:	
- Rieles	W23mm X H30mmW71mm X H273mm X D66mm
- Motor	W71mm X H273mm X D66mm

Cuadro 3.3. Especificaciones técnicas para motor de cortina Premio K1.

3.6.2. CORTINA TIPO CURVA BESTEC 21(MOTOR LINEAL):



Figura 3.21. Cortina Curva Bestec 21

- No se limita a las ventanas rectas, la pista de esta cortina de motor lineal se diseña para las ventanas bay y ventanas de esquina.
- Diseño compacto y funcionamiento de abierto / cerrado sin ruido.
- Aplicable también para pistas de Instalación de Techo.

TAMAÑOS QUE PUEDEN SER ACOMODADOS

	Un lado abierto	6 - 12kg	500 - 5,000mm *Enteramente curva 500 - 4,000mm
	Ambos lados abiertos	12 - 24kg (única 6-12kg)	1,000 - 10,000mm (un lado arriba de 5000mm) *Enteramente curva 1,000 - 8,000mm (un lado arriba de 4000mm)
	Un lado abierto	5 - 10kg	500 - 5,000mm
	Ambos lados abiertos	10 - 20kg (única 5-10kg)	1,000 - 10,000mm (un lado arriba de 5000mm)

Cuadro 3.4. Tamaños que pueden se acomodados con cortinas eléctrica tipo Bestec 21.

*Curvado puede limitarse.

Curvado posible en 2 áreas

Los pesos máximos de cortina máximo varían según las curvas, material de la cortina y cosido.

ESPECIFICACIONES DE MOTOR

	Un lado abierto		Dos lados abiertos	
	2	4	2	4
Razón de Voltaje de alimentación	AC120 V			
Razón de Frecuencia de alimentación	50/60 Hz			
Alimentación de corriente (A)	1.2	2.4	2.4	2.4X2
Consumo de potencia (W)	144	288	288	576
Voltaje de operación (V)	DC12 V			
Frecuencia de operación	20mA			
Tiempo de abierto / cerrado	1.7 – 3.3 seg/m			
Especificaciones de motor(método conductor):	Motor lineal directo tipo bobina movable			
Especificaciones de motor(Razón de voltaje):	Motor lineal directo tipo bobina movable			
Temperatura circundante	-10 – 50 ° C			

Cuadro 3.5. Especificaciones técnicas para motor de cortina eléctrica Bestec 21.

3.7. CONCENTRADOR USB (HUB USB).

La conexión entre cada tarjeta de adquisición de datos y la computadora se realiza a través de cable USB, permitiendo una longitud máxima de 5 metros; para obtener mayores distancias se necesita el uso de concentradores USB (Hub USB), dependiendo de la distancia a la que está ubicada la tarjeta de adquisición de datos. Estos Hubs USB tienen la característica de poder dar una longitud adicional de 5 metros, pudiéndose conectar hasta 5 unidades Hub en serie, logrando longitudes hasta los 30 metros. Cada concentrador también permite conectar varias tarjetas de adquisición de datos.



Figura 3.22. Concentrador USB.

ESPECIFICACIONES:

- Expansión de un puerto USB a 4 Puertos USB.
- Trabaja en modo de auto alimentación con un adaptador de potencia AC(Incluido) o trabaja con la potencia del bus USB.
- Soporta altas velocidades (12Mbps) y bajas velocidades (1.5Mbps).
- No necesita controladores.
- Protección de sobre corriente.
- Soporta sistemas Win 95 OSR2/98/98SE/ME/2000/XP, Linux/Mac OS

3.8. FOTOCELDA.

Utilizada para determinar los niveles de iluminación que están entrando al edificio, los cuales son enviados a la tarjeta, para que ésta active o desactive el sistema de iluminación en horas del día; cada edificio poseerá una fotocelda la cual estará ubicada en la parte más alta de cada edificio. La fotocelda controla un relé que se activa cuando el nivel de iluminación es bajo, este relé controla una señal de voltaje que entra a la tarjeta de adquisición, para ser procesado. La colocación de la fotocelda se realiza con respecto a la ubicación del punto donde se oculta el sol.

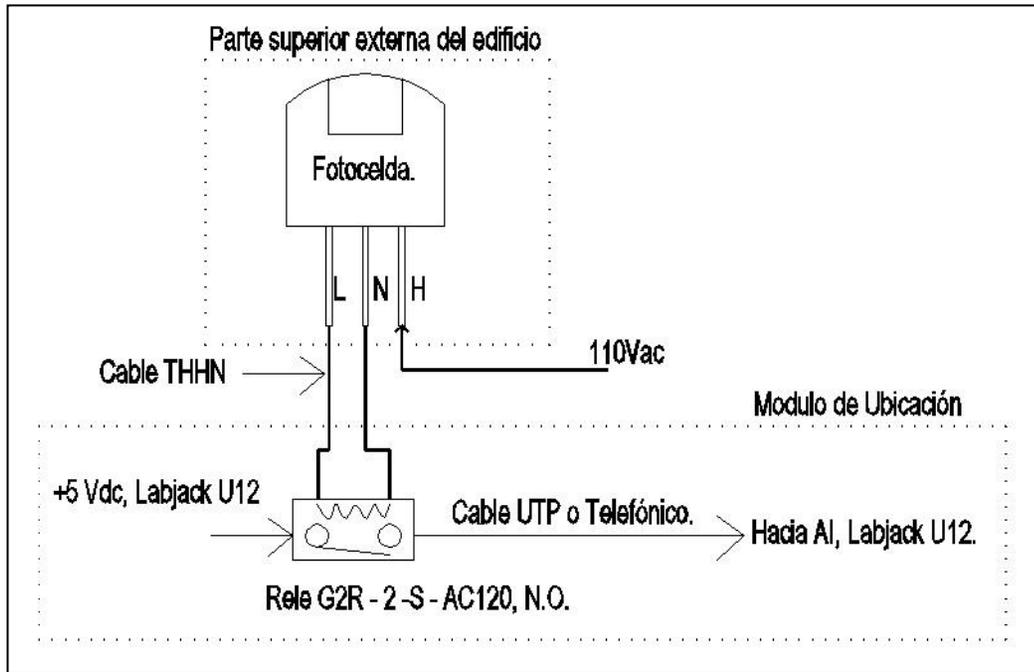


Figura 3.23. Conexión de Fotocelda.

3.9. MODULOS DE UBICACIÓN.

En estos módulos se ubicarán la tarjeta de adquisición de datos, las tarjetas de relés, todos los relés necesarios y el cableado necesario para la configuración del nivel del edificio que será empotrada en la pared y su finalidad es la de contener y proteger los dispositivos. Esta será ubicada a la par de las cajas de circuitos de iluminación.

Las dimensiones físicas de este modulo deben de ser de aproximadamente 50 cm x 25 cm x 15 cm.

3.10. CABLES.

Su finalidad es transportar la información necesaria para poder activar los dispositivos que están involucrados en el sistema de iluminación y/o aire acondicionado.

3.10.1. Cable USB Híbrido (Fibra óptica)

Su finalidad es proporcionar extensión arriba de los 50 metros a los enlaces de USB, sin la necesidad de un repetidor. Los módulos poseen un par de convertidores de señal eléctrica a óptica y de señal óptica a eléctrica en cada extremo, conectados por el cable de fibra óptica, como lo muestra la figura 3.24.

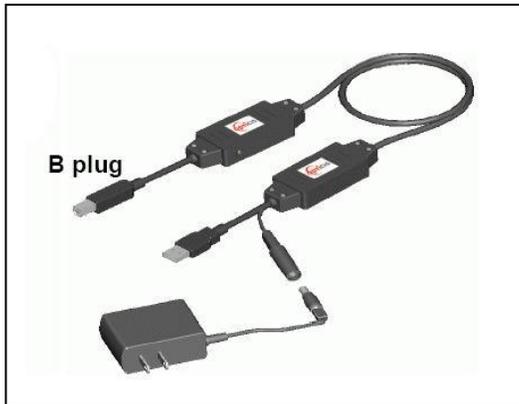


Figura 3.24. Cable USB Híbrido.

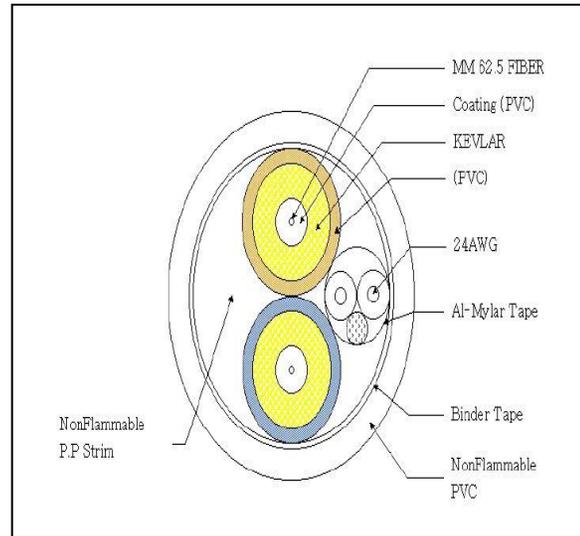


Figura 3.25. Corte transversal del Cable USB Híbrido.

Características:

- Extiende las señales USB arriba de los 50 metros.
- Plug and Play.
- Compatible con puerto USB 1.1. (12Mbps, 1.5Mbps).

Aplicaciones:

- Enlace de PC a periféricos en fabricas y oficinas
- Cámaras USB.
- Interfase USB de controles automáticos.
- Interfase de computadora de sistemas de audio digital.

Condiciones de operación recomendadas para cable USB Híbrido.

<i>Parámetro</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Típico</i>	<i>Máximo</i>	<i>Unidades</i>
Temperatura ambiente.	TA	0		+50	°C
Potencia de suministro	PSR		50		mVpp
Voltaje de suministro	Vcc	+4.5	+5	+5.5	V
Velocidad de transmisión máxima	FS		12		Mbps
Velocidad de transmisión mínima	LS		1.5		Mbps

Cuadro 3.6. Condiciones de operación para cable USB híbrido.

Rangos máximos absolutos para cable USB Híbrido.

<i>Parámetro.</i>	<i>Símbolo.</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Unidades.</i>
Temperatura de almacenamiento.	Tstg	-30	+70	°C
Voltaje de suministro		-0.3	+6.0	V
Voltaje de Entrada.		-0.3	Vcc	V
Humedad de almacenamiento.		0	80	%

Cuadro 3.7. Rangos máximos absolutos para cable USB híbrido.

Características técnicas del adaptador de Potencia del cable USB Híbrido.

<i>Parámetro</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Típico</i>	<i>Máximo</i>	<i>Unidades</i>
Potencia de entrada.	Vccp	100	110	120	V
Potencia de salida.	Vcc	8	9	11	V
Corriente de Suministro.	ITcc	-	-	600	mA

Cuadro 3.8. Características técnicas de adaptador de potencia de cable USB híbrido.

3.10.2. Cable THHN.

Para controlar sensores de presencia, relés de potencia, fotocelda e interruptores.

Características	
Tipo	THHN
Calibre	12
Capacidad de Corriente(Aire)	40 Amperios
Capacidad de Corriente(Conduit)	30 Amperios
Corriente de Corto Circuito(ISC)	2.68 Amperios

Cuadro 3.9. Características del cable THHN #12.

3.10.3. Cable UTP.

Para el caso de monitoreo de temperatura. La comunicación los sensores de temperatura y la tarjeta de adquisición, se recomienda que se realice por medio de 2 cables par trenzado de 4 pares, uno utilizado para transportar la señal y el otro encargado en proporcionar la alimentación necesaria.

El cable UTP se utiliza comúnmente para aplicaciones de REDES Ethernet, el término UTP generalmente se refiere a los cables categoría 3, 4 y 5 especificados por el estándar TIA/EIA 568-A standard, este cable posee una impedancia de 100 ohm y características eléctricas que soportan frecuencias de transmisión de hasta 100 MHz, para garantizar un mínimo de fiabilidad los cables UTP no deben estar destrenzados ni aún en distancias cortas. El UTP maneja distancias que comprenden los 100 metros.

Los tipos de categorías de los cables UTP son:

Categoría 1	Voz solamente (cable telefónico)
Categoría 2	Datos hasta 4Mbps.
Categoría 3	Datos hasta 10Mbps (Ethernet)
Categoría 4	Datos hasta 20Mbps
Categoría 5	Datos hasta 100Mbps (Fast Ethernet)

Cuadro 3.10. Tipos de cables UTPs

CAPITULO IV

DESCRIPCION DE EL TIPO DE ARQUITECTURA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LOS EDIFICIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

Para proponer un modelo de sistema inteligente se debe de saber que tipo de arquitectura es la mejor opción dependiendo de lugar al cual se desea automatizar, para ello se tiene que estudiar una serie de variables, por ejemplo, cuantos elementos de control se desean para controlar una determinada área, si se desea que el control inteligente sea en forma total o en forma sectorizada, que tipo de iluminación se posee, el área la cual se desea instalar, si posee iluminación natural, etc.

Conociendo las ventajas e inconvenientes de las diferentes formas de instalar un sistema inteligente se llega a la conclusión de que la opción mas optima, para este caso, es el tipo de arquitectura en *forma distribuida*, esto quiere decir que cada edificio a automatizar dependa del mismo, que posee su propia unidad central y que sus acciones no influya en la de los edificios adyacentes.

Para el medio de transmisión para el caso de los sensores de temperatura, se ha elige el cable UTP, ya que estos son utilizados para transportar datos y alimentación de corriente continua, además tiene la característica de que son muy compactos y no utilizan un área física de gran magnitud. Este tipo de cable es el utilizado para conexión de redes y puede acoplarse muy bien para este tipo de aplicación.

Para la comunicación entre la tarjeta de adquisición de datos y los sensores de movimiento se ha elegido el cable THHN, que es el utilizado para instalaciones eléctricas. Según el protocolo, este seria del tipo de propietarios, ya que no se estaría utilizando un protocolo estándar.

4.1. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INTELIGENTE DE ILUMINACION.

El sistema inteligente depende en gran parte de una computadora que permanece activa siempre, y además debe estar ubicada en un local que posea aire acondicionado (recomendable).

Esta computadora poseerá un programa de control para iluminación, activando los sensores una vez se cumplan los requisitos dentro del programa, como lo son, un horario y condiciones atmosféricas.

Ya que son 5 edificios (Edificio Administrativo, Industrial, Edificios “B”, “C” y “D”, estos 3 últimos tratados como un solo edificio) a las cuales se pretende automatizar y cada uno poseerá una computadora personal permitiendo además el monitoreo (sin opción de poder controlar) del programa por medio de Internet.

Cada edificio poseerá una clase de mini central o central secundaria, para nuestro caso, las tarjetas de adquisición de datos y de control, Labjack U12; esta tarjeta estará conectada a la unidad central(computadora) por medio de cable USB, Cable Híbrido USB o por los concentradores USB(Hubs USB). La computadora podría tener una tarjeta interna de puertos USB o un conjunto de puertos USB externos.

4.2. “PROPUESTA 1” DE DISEÑO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE ILUMINACIÓN POR MEDIO DE TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y SENSORES DE MOVIMIENTO.

La ventaja principal de elegir una serie de tarjetas de adquisición de datos para controlar y monitorear el edificio es la de sectorizar, es decir, un mal funcionamiento en un nodo o tarjeta de adquisición solamente afecta al sector que le corresponde y no a la red completa en el edificio.

La activación del sistema de iluminación dependerá de dos condiciones, la primera dependerá de las condiciones atmosféricas, por ejemplo, un clima nublado en el día llevará a la activación del sistema de iluminación, lo que indica que cuando no exista un nivel de iluminación natural aceptable en el edificio, se crearán las condiciones para llevar a cabo la activación del sistema de iluminación inteligente; la segunda opción es activar el sistema de iluminación por medio de un horario, esto se realiza fijando intervalos de fechas y horas para los cuales se desee que el sistema de iluminación se active; al activarse el sistema por cualquiera de estas condiciones, se llevara a cabo la detección de personas mediante sensores de presencia. En caso contrario, de existir un nivel aceptable de iluminación o el horario no corresponda al establecido, el sistema de iluminación será desactivado. Este proceso se puede lograr mediante sensores de iluminación o circuitos detectores de luz natural (fotoceldas), que se puedan regular al nivel requerido.

La finalidad de la fotocelda es la de medir las condiciones atmosféricas y enviar la señal a la tarjeta de adquisición para activar o desactivar el sistema de iluminación.

El siguiente diagrama de flujo, figura 4.1, muestra la rutina para la activación del sistema inteligente de iluminación por medio de un sensor de iluminación.

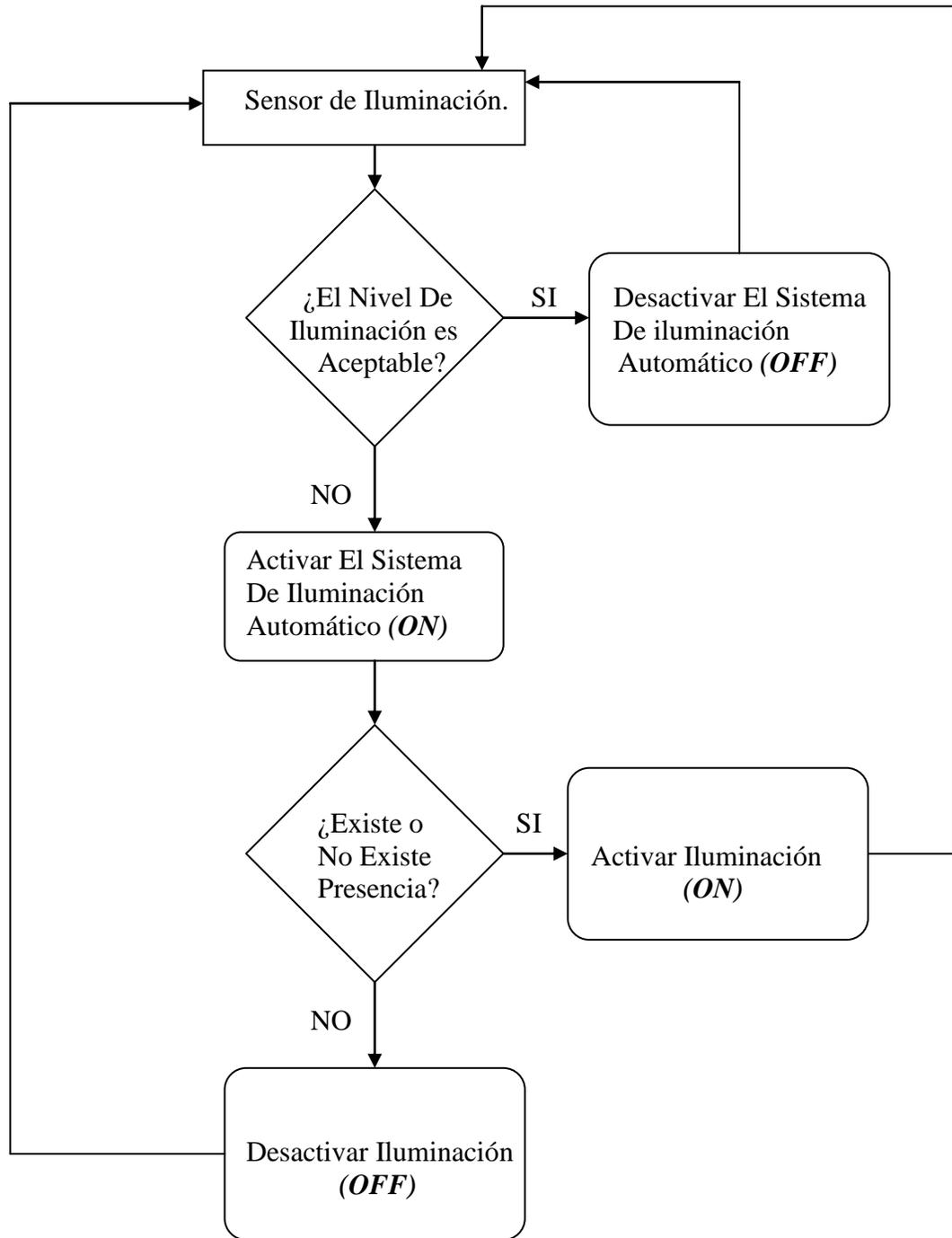


Figura 4.1. Diagrama de Flujo del sistema inteligente para control de iluminación.

El sistema de iluminación en los edificios estará controlado y monitoreado por una computadora personal, la cual deberá poseer puertos USB. Las tarjetas de adquisición de datos se configuran de dos formas: Una es para monitoreo, esta tarjeta utiliza las señales I/O digitales (IO0 – IO3 y D0 – D15) como entradas para monitorear los circuitos de iluminación que se encuentran activos o inactivos. La otra forma es controlar, que permite controlar un bloque de actuadores. Cada señal I/O digital de la tarjeta de control (D0 – D15) deberá estar conectada a la tarjeta para relés RB16, configuradas como salidas, esto con la finalidad de poder manejar los relés 70M OAC5, que controlarán los sensores de presencia.

El diagrama de conexión con este tipo de topología se presenta en la figura 4.2.

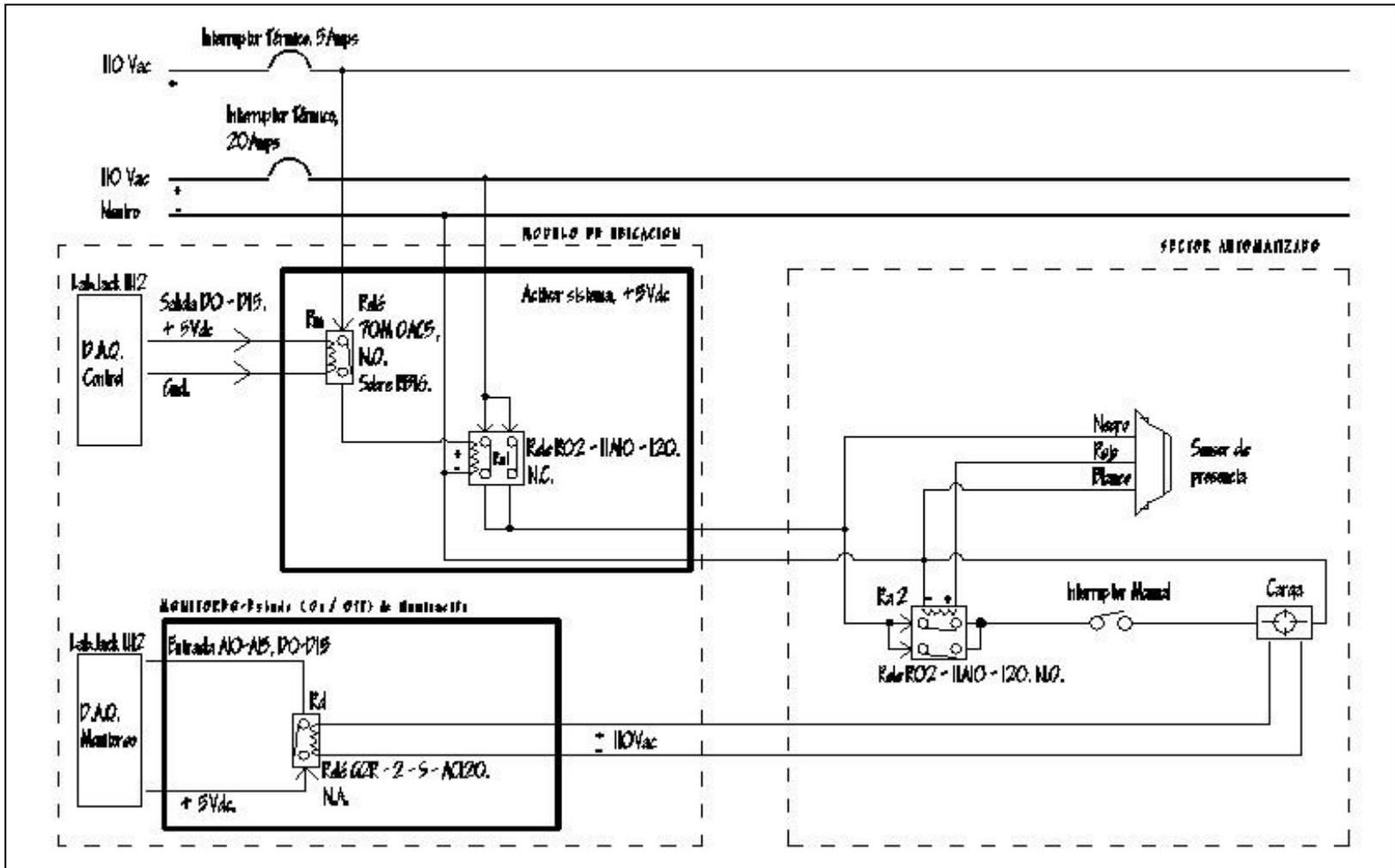


Figura 4.2. Diagrama de conexión de propuesta 1.

4.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA INTELIGENTE DE ILUMINACION.

El sistema funciona utilizando tarjetas de adquisición de datos LabJack, dedicadas para monitoreo, y tarjetas de adquisición de datos LabJack dedicadas para controlar el suministro de energía a los sensores y a los circuitos de iluminación; es decir, para permitir la activación del circuito de iluminación y del sensor, o para desconectar la iluminación cuando el sistema esté en estado manual; en caso de estar en estado automático, solo se podrá monitorear el sistema, ya que la activación del sistema será por horario o por condiciones atmosféricas.

4.3.1. CONTROL

Todas las señales digitales (puerto DB25) que salgan de la tarjeta de adquisición de datos LabJack serán conectadas a la tarjeta para relés RB16, esta tarjeta contendrá 16 mini módulos industriales 70M – OAC5 (relé Rm, figura 8.2.), con capacidad para manejar voltajes de 110 Vac cada uno de los mini módulos.

En esta tarjeta de adquisición de datos LabJack, las salidas digitales (D0 a D15), serán las encargadas de activar o desactivar el sistema de iluminación inteligente, cuando las condiciones climáticas y el horario establecido lo permitan. Su tarea es la de llevar el control de la alimentación de los circuitos de iluminación por medio de los relés 70M – OAC5.

Cada salida de relé 70M – OAC5 controlará un relé (R02 – 11A10 - 120) para proporcionar la alimentación al circuito de iluminación, al darse un fallo en la computadora, el sistema entra en estado manual automáticamente, siendo manejado por el interruptor manual ya que el sistema se activa con 0Vdc; en caso contrario el sistema de iluminación dependerá de las salidas digitales D0 a D15.

Una vez que el circuito de iluminación este alimentado, la salida del sensor de presencia hacia la carga(cable rojo) es la encargada de manejar un relé R02 – 11A10 - 120, para manejar los circuitos de iluminación perteneciente al sector que se esta controlando.

Podría darse el caso en que necesiten mas de un relé (R02 – 11A10 - 120), en un sector, esto depende del numero de interruptores que existan en una aula especifica, ya que por cada interruptor manual que exista deberá existir una relé, por ejemplo si una aula posee dos interruptores manuales entonces se necesita conectar 2 relés en paralelo. Una vez que el sensor de presencia detecte movimiento de alguna persona, la señal de activación circulara por el cable rojo, activando el relé, permitiendo de esta manera que se active la iluminación.

La señal de 110Vac que entrará a los relés, 70M – OAC5, en la tarjeta de relés RB16 es tomado de una nueva línea de alimentación del sub tablero, correspondiente a cada nivel del edificio, esta deberá tener un interruptor térmico de 5 Amperios.

El Interruptor Manual tiene la tarea de activar o desactivar al sensor, actuaría como un interruptor común y corriente para circuitos de iluminación.

4.3.2. MONITOREO

A cada entrada digital de la tarjeta encargada de monitorear (IO0 a IO3 y D0 a D15) se conectará una interfase en la que estarán conectados los contactos de los relés G2R – 2 – S – AC120 (R_d en la figura 4.2); estos relés estarán colocados en cualquier luminaria del circuito de iluminación monitoreado, activándose la bobina de 110 V cuando exista iluminación en el sector correspondiente, cerrando un contacto por relé cada vez que el sensor se active; este contacto al cerrarse, hará la función de interruptor a la entrada de tarjeta de monitoreo, dejando pasar una señal de +5 V, (este voltaje se tomará de la misma tarjeta de monitoreo), indicando que la iluminación esta activa y si el voltaje es 0 V indica que la iluminación no esta funcionando en ese momento. La comunicación física entre tarjeta, los sensores de presencia y los relés de potencia deberá ser por medio de cable THHN calibre 12 para 110Vac, esto se puede realizar ya que es esta utilizando la tarjeta RB16 para poder controlar relés que tienen la capacidad de manejar niveles de voltajes de 110Vac. Al darse una condición atmosférica que permita activar la fotocelda, esta enviara una señal de 110Vac a un relé, una vez activado, enviara una señal de 5 Vdc a la tarjeta de adquisición de datos, permitiendo de esta manera la activación del sistema de iluminación, figura 3.23.

La entrada digital “IO0” del LabJack es la encargada de estar leyendo las señales de la fotocelda, ésta mandara una señal de 5 voltios por medio de un relé del tipo G2R – 2 – S - AC120 a la entrada digital de la tarjeta de adquisición de datos, cuando las condiciones climáticas no sean las adecuadas para la iluminación natural de las aulas de clases.

4.4. SELECCIONANDO LAS TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS LABJACK U12 PARA CONTROLAR Y MONITOREAR

Existen 6 tarjetas de adquisición de datos por cada edificio, cada edificio posee 3 tarjetas para controlar, y 3 para monitorear el estado de las luminarias y los niveles de temperatura. Cada tarjeta tiene un número de identificación, el cual, antes de ser utilizada debe ser fijada con un número. Para el caso de las tarjetas controladoras se debe asignar los números impares a partir de 1 hasta 5, ejemplo 1,3 y 5; y para el caso de las tarjetas encargadas de monitorear se debe de asignar números pares, ejemplo 2, 4 y 6. Para el caso de los edificios administrativos y el de Ingeniería Industrial cada nivel posee dos tarjetas, una encargada de controlar y la otro encargada de monitorear, los edificios “B”, “C” y “D”, cada unos poseen dos tarjetas una para controlar y la otra para monitorear.

4.4.1. DESCRIPCIÓN DE TARJETA DE CONTROL #1.

La única entrada que esta posee es la entrada / salida digital del LabJack “IO0” que es la que proviene de la señal digital que la fotocelda enviara, una vez se encuentre activa.

Los canales Digitales D0 al D15 son asignados como salidas digitales, para proporcionar alimentación a los sensores de presencia.

Las entradas analógicas AI0 a AI03, son las encargadas de monitorear las señales de temperatura producidas por las RTDs.

4.4.2. DESCRIPCIÓN DE TARJETAS DE CONTROL #3 y #5.

La finalidad de estas tarjetas es la de enviar únicamente señales digitales para habilitar los sensores de presencia, esto se realiza por medio de los canales D0 al D15.

4.4.3. DESCRIPCIÓN DE TARJETAS DE MONITOREO #2, #4 y #6.

Su única finalidad son la proporcionar información de los sensores de movimiento y de temperatura, su finalidad es exclusivamente la de monitorear el estado de cada local.

Los canales D0 al D15 son asignados como entradas al igual que los canales IO0 al IO3, para conocer el estado de las luminarias y las entradas analógicas AI0 a AI03, son las encargadas de monitorear las señales de temperatura producidas por las RTDs.

“La tarjeta con número de identificación 2, no posee entradas para monitorear las señales provenientes de las RTDs”.

VENTAJAS.

- Al realizarse en forma sectorizada, una falla en un sistema de control (LabJack) no afectaría el funcionamiento de los otros sectores.
- Monitoreo de todo el sistema.
- Seguridad para los elementos de control(Labjack, Sensores) contra altos voltajes o altas corrientes que puedan ocurrir por un mal funcionamiento del suministro de energía en los edificios, debido a la utilización de relés que aíslan a estos elementos.
- Facilidad de conexión.

INCONVENIENTES.

- Capacidad limitada para controlar los sensores por cada tarjeta Labjack.
- Cableado debe de realizarse desde la tarjeta de relés RB16 de LabJack hasta cada circuitos de iluminación, independientemente para permitir el monitoreo.

4.5. MONITOREO DE TEMPERATURA.

En el caso de edificios que posean aire acondicionado, existe la opción de poder monitorear la temperatura propia de un área determinada dentro del edificio, la mejor solución al monitoreo, es incorporar a la par de cada termostato dentro del edificio un sensor de temperatura, que mandara la información hacia la tarjeta de adquisición de datos Labjack U12.

Este monitoreo permite solamente leer las variaciones de temperatura por medio de la tarjeta de adquisición de datos LabJack, ya que no se pueden controlar los equipos que suministran el aire acondicionado, debido al diseño de distribución de los equipos, así como los mismos equipos no consideran aplicación para ahorro de energía, estos suministran aire a mas de una oficina en forma simultanea sin ningún control y prácticamente no se puede dejar de suministrar aire acondicionado a un salón sin dejar también sin aire a las demás oficinas que le corresponden al mismo equipo.

4.5.1. ETAPAS DE MONITOREO DE TEMPERATURA.

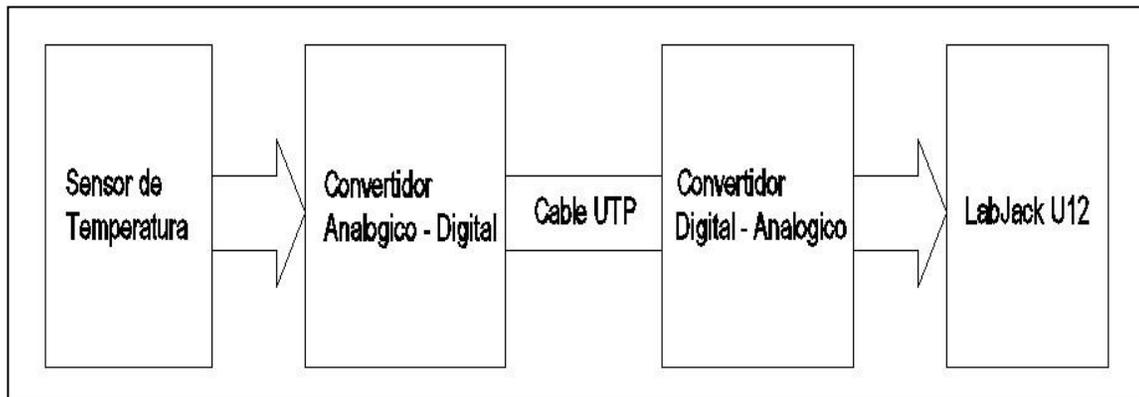


Figura 4.3. Diagrama de monitoreo.

4.5.2. SENSOR DE TEMPERATURA.

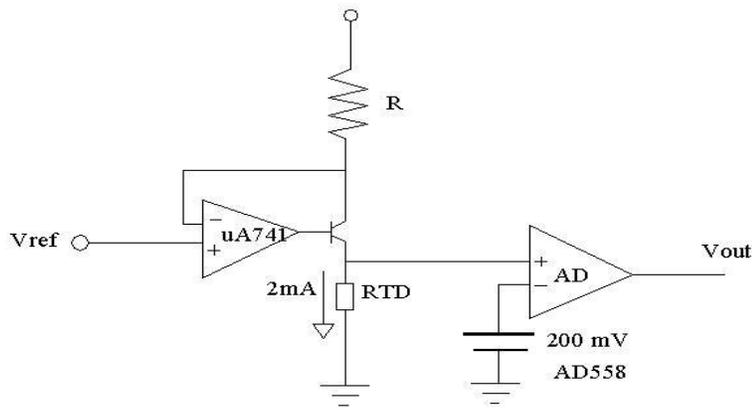


Figura 4.4. Sensor de temperatura

El sensor de temperatura consiste en una RTD, que es excitada con una fuente de corriente, la resistencia de la RTD comienza a variar desde los 100Ω que corresponde a una temperatura de 0°C , aumentando $0.39\ \Omega/^{\circ}\text{C}$; teniendo en cuenta que la temperatura que se genera en los edificios no excede a los 40°C , el rango de temperatura que se monitoreará tendrá como límite inferior 0°C y como límite superior los 50°C .

La fuente de corriente para la excitación de la RTD configurada para cargas aterrizadas se diseña para que genere 2mA a través del transistor PNP (2N3906), de la siguiente forma: $I = (V_{cc} - V_{ref})/R$, con V_{cc} de $+12\text{V}$, y V_{ref} de $+5\text{V}$, tenemos que el valor de la resistencia R es $3.55\text{k}\Omega$ (figura 4.4).

Por ley de Ohm para 0°C tenemos un voltaje mínimo de 200mV ($R_{RTD} = 100\Omega$) y un voltaje máximo de 239mV ($R_{RTD} = 119.5\Omega$).

Para eliminar el voltaje offset de 200 mV, conectamos en la entrada inversora del amplificador diferencial (AMP - 01) una referencia de voltaje de 200mV, fijando este voltaje por medio del convertidor digital analógico AD558. El voltaje diferencial que se obtiene es de 39mV. Estos valores se muestran en la tabla siguiente:

T [°C]	R _{RTD} [ohmios]	V _{RTD} [mV]	V _{dif} = V ⁺ - V ⁻ [mV]	V _{out} = V _{dif} x G [mV]
0.0	100	200	0	0
50	119.5	239	39	2.50

Tabla 4.1. Resultado de digitalizar señal de RTD

La señal que sale del AMP-01 se acondiciona para tener un rango de voltaje de 0 a 2.5 V, la ganancia de voltaje G es de 66 ($G = V_{out}/V_{ref} = 2.50/0.039$) se fija por medio de las resistencias externas R_G y R_S de la relación: $G = 20 \times R_S / R_G$; obteniendo R_G de 15kΩ y R_S de 50kΩ.

4.5.3. CONVERTIDOR ANALÓGICO - DIGITAL.

La señal analógica obtenida del AMP-01 es convertida a digital por medio del convertidor de 8 bits, AD7820, estableciendo cada pin, como se muestra en la figura 4.5.

Con la señal de referencia de +2.5 V como máximo voltaje positivo recibido y 0V como mínimo voltaje recibido.

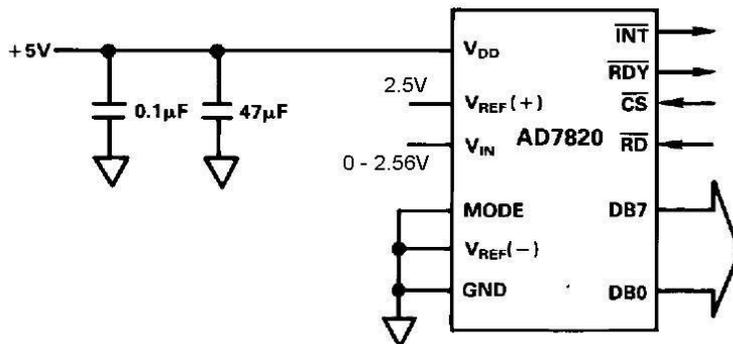


Figura 4.5. Conexión de pines del AD7820.

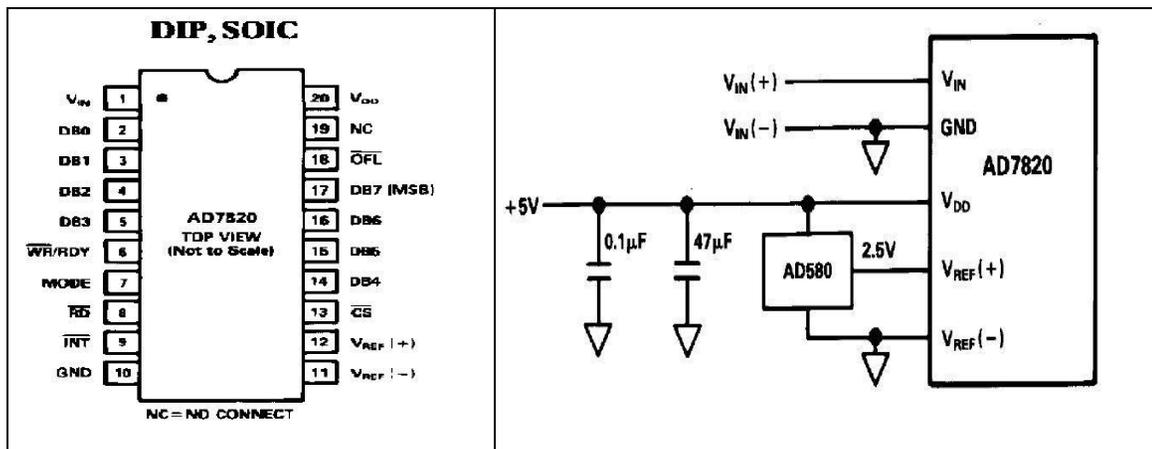


Figura 4.6. Convertidor AD7820. **Figura 4.7.** Referencia de 2.5V, con AD580.

4.5.4 TRANSMISION DE SEÑAL DIGITAL

La información proporcionada por los sensores de temperatura, se transportará por medio de cable UTP de 4 pares, al igual que la alimentación necesaria para su funcionamiento. La señal digital viajará hasta el modulo donde está la tarjeta de adquisición de datos LabJack.

4.5.5 ALIMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS.

La fuente de voltaje que suministrará la potencia a los dispositivos utilizados en el monitoreo de temperatura estará en el módulo de ubicación; estos voltajes de +5V, +12V, -12V y GND viajaran por medio de cable telefónico o UTP (del mismo utilizado para enviar las señales digitales) que soportan 36V y 60V DC, respectivamente.

Esta fuente utilizada puede ser de las que utilizan las computadoras que tienen los voltajes a utilizar, la potencia necesaria y la robustez deseada.

4.5.6. CONVERTIDOR ANALÓGICO - DIGITAL.

Este convertidor AD558 recibe la señal digital en los pines DB0- DB7 proveniente del AD7820; la señal analógica es obtenida en el pin V_{OUT} del AD558, que luego es enviada a la tarjeta LabJack. El AD558 se configura para obtener un rango de salida de 0 - 2.56 V.

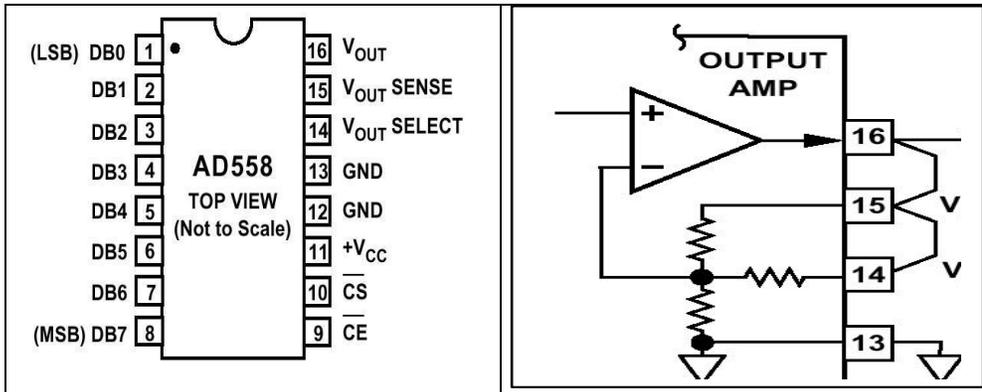


Figura 4.8. Convertidor AD558.

Figura 4.9. Configuración para obtener salida de 0 - 2.56V.

4.5.7. CONEXIÓN A TARJETA DE ADQUISICION DE DATOS.

La señal que viene del AD558 se conecta a una entrada analógica del LabJack (AI0 – AI7), donde es monitoreada por el programa en LabView.

DIAGRAMA DE MONITOREO

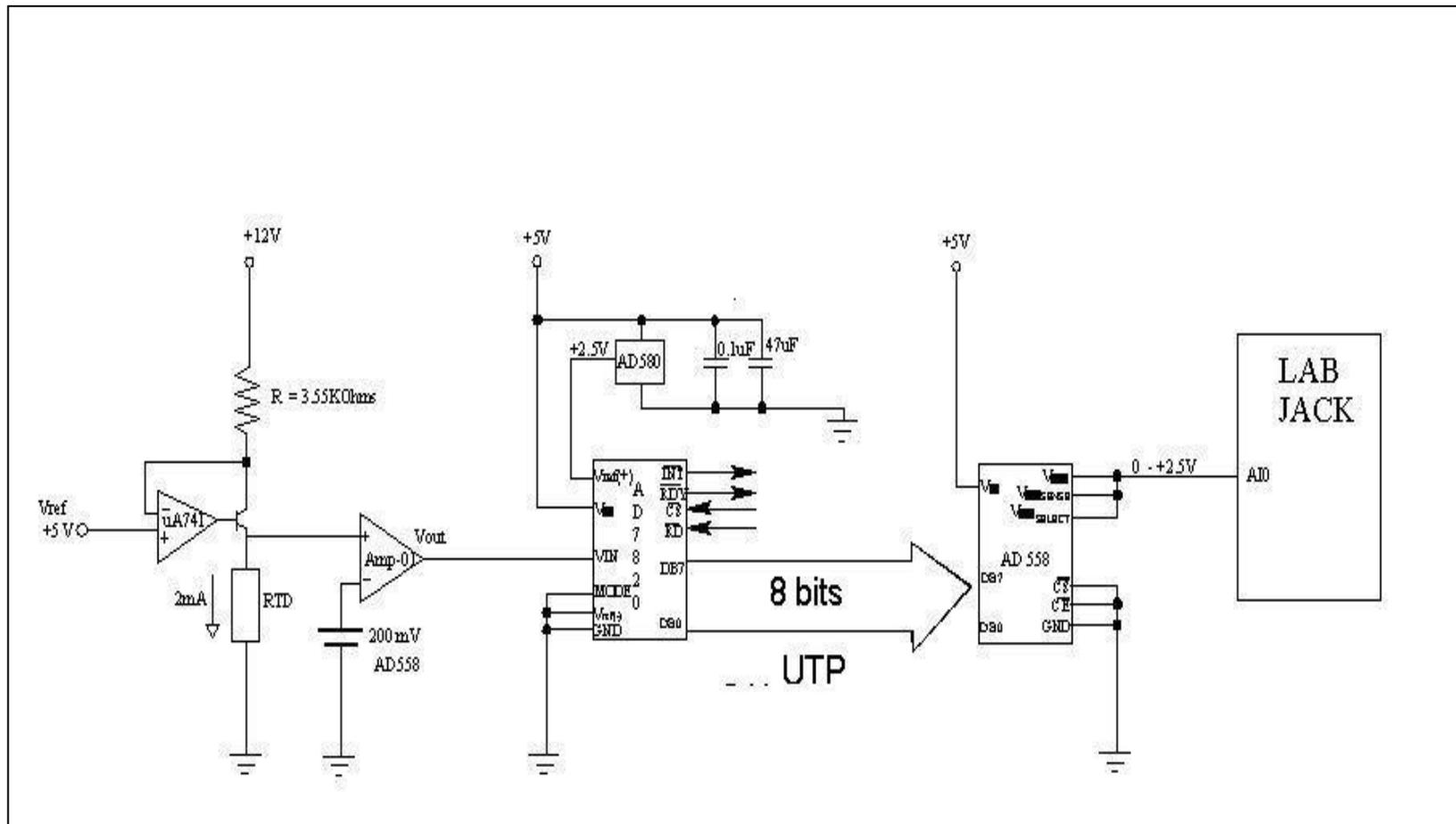


Figura 4.10. Diagrama de conexión para monitoreo de aire acondicionado.

4.6. CONTROL DE ILUMINACIÓN NATURAL.

En el mercado existen una serie de cortinas motorizadas, estas cortinas pueden controlar la cantidad de energía natural que se desee que entre a una determinada área, esto se realiza por medio del accionamiento de motores DC, estos, mediante de un control manual pueden controlar los rieles en los que se colocan las cortinas, permitiendo de esta manera, controlar la apertura y/o cierre de las cortinas. La alimentación de estos motores para activar dichas cortinas es de 12Vdc

Una alternativa es la poder manipular las cortinas por medio de la detección de iluminación en un área determinada, y así poder dejar a un lado el control manual.

4.6.1. CONTROL DE CORTINAS ELECTRICAS.

El control de cortinas se llevara a cabo mediante un circuito detector de iluminación, mostrado en la figura 4.11, es interno a las cortinas motorizadas y puede ser accionado manualmente o automáticamente, proporciona información en forma de voltaje, de cómo se encuentra los niveles de iluminación en un área determinada.

El funcionamiento (en caso de ser diseñado) de este circuito es que cuando la iluminación llega a ser muy brillante el circuito activa el motor que cerrara las cortinas de ventanas, con la inexistencia de la iluminación las cortinas se abren.

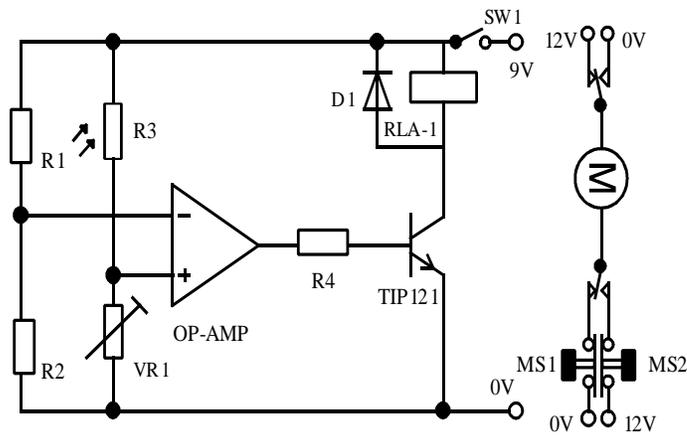


Figura 4.11. Circuito controlador de un motor.

Componentes:

R1 = R2 = R4: 10k ohm.

R3: Fococelda.

VR1 (Resistencia Variable) : 4.7k ohm.

Amplificador Operacional: LM741.

Diodo: IN4001.

Relé (RLA-1): DPDT.

Transistor: 2N2222.

OPERACIÓN:

El amplificador operacional es usado como un comparador de voltaje:

a) Cuando el voltaje en R3 es menor que el voltaje en R2, la salida en el Pin 6 es baja (0 Voltios).

b) Cuando el voltaje en R3 es mayor que el voltaje en R2, la salida en el Pin 6 es alta (9 Voltios).

R1 y R2 están en serie en la red formando un divisor de voltaje, ya que los dos resistores son iguales, el valor del voltaje aplicado al Pin 2 es la mitad del voltaje, (4.5 V), esto es conocido como una referencia de voltaje. La resistencia variable y la fotocelda, estos 2 elementos también forman un divisor de voltaje.

Si la resistencia R3 es más grande que la resistencia variable (cualquier valor) un voltaje grande cae a través de la fotocelda, esto significa que el voltaje en R3 es pequeño (menos que el voltaje en R2) y así la salida en el Pin 6 será 0 V. Este voltaje de 0 V es alimentado a la base del transistor.

Si la fotocelda está en condición de iluminación, su resistencia será extremadamente pequeña así una pequeña caída de voltaje ocurrirá en ese punto, esto significa que el voltaje en R3 es mas grande que en R2 y así la salida en el Pin 6 será de 7 V. Esta salida será alimentada a la base del transistor el cual actúa como un interruptor electrónico.

Con 0 V en la base, el transistor está apagado, en otras palabras, no circulara corriente así que el relé está desactivado. Con 9 V en su base el transistor será activado, circulando corriente, lo que significa que la corriente circulara a través del relé, activándolo.

Para controlar si están cerradas o abiertas las cortinas, se necesita de dos micro interruptores que son colocados en lados opuestos al final de los rieles de la cortinas para desactivar el motor al llegar a cualquier interruptor, que vienen incluidos con el motor.

COSTO DEL CIRCUITO CONTROLADOR DE MOTOR.

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Amplificador operacional(LM741)	1	\$ 0.80	\$ 0.80
Transistor 2N2222	1	\$ 0.29	\$ 0.29
Relay 5VDC Coil. DPDT	1	\$ 3.00	\$ 3.00
Diodo 1N4001	1	\$ 0.025	\$ 0.025
Resistor 10k Ohm	3	\$ 0.05	\$ 0.15
Resistor variable 4.7k Ohm	1	\$ 0.55	\$ 0.55
Resistor de luz y oscuridad	1	\$ 1.20	\$ 1.20
Microswitch	2	\$ 0.60	\$ 1.20
Tableta	1	\$ 1.00	\$ 1.00
		TOTAL	\$ 8.215

Cuadro 4.2. Costo para circuito controlador de cortinas motorizadas.

CAPITULO V

INVERSION INICIAL DE “PROPUESTA 1” DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE ILUMINACION POR MEDIO DE SENSORES DE MOVIMIENTO

5.1. INVERSIÓN INICIAL PARA EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO.

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Computadora Personal	1	\$ 600.00	\$ 600.00
Hub USB	4	\$ 21.99	\$ 87.96
Tarjeta Labjack U12	6	\$ 95.00	\$ 570.00
Tarjeta de relés RB16	3	\$ 89.00	\$ 267.00
Relé (70M – OAC5)	48	\$ 6.86	\$ 329.28
Relé R02 – 11A10 – 120. (N.A.)	68	\$ 8.00	\$ 544.00
Base de Relés R95 – 101.	68	\$ 3.59	\$ 244.12
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	34	\$ 5.59	\$ 190.06
Base de Relés P2RF – 05 – E.	34	\$ 1.99	\$ 67.66
Módulos de Ubicación	3	\$ 21.00	\$ 63.00
Cable THHN # 12.	500 Mts	\$ 0.23	\$ 115.00
Sensor de Iluminación	1	\$ 10.69	\$ 10.69
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	1	\$ 5.59	\$ 5.59
Base de Relés P2RF – 05 – E.	1	\$ 1.99	\$ 1.99
<i>Sensor de Presencia CMR-LT(360°)</i>	24	\$ 93.75	\$ 2,250.00
<i>Wiremold V5738</i>	24	\$ 5.00	\$ 120.00
<i>Sensor de Presencia WVR</i>	10	\$ 106.25	\$ 1,062.25
<i>Wiremold V5719 (Corner)</i>	4	\$ 4.90	\$ 19.60
¹ <i>Wiremold V5741</i>	6	\$ 4.71	\$ 18.84
Circuito Controlador de Iluminación	5	\$ 8.215	\$ 41.08
Motores para cortinas	5	\$ 84.00	\$ 420.00
Fuente de alimentación.	1	\$ 70.00	\$ 70.00
RTD.	12	\$ 29.00	\$ 348.00
Cable UTP para RTD	1000 ft.	\$ 90.00	\$ 90.00
TOTAL			\$ 7,537.12

Cuadro 5.1. Inversión inicial para edificio Administrativo.

¹ <http://www.dale-electric.com/masterresults.cfm>

Solamente en costo para controlar la iluminación, la inversión inicial es de \$ 6,674.04 para el edificio administrativo, representando el costo inicial de los sensores de presencia (\$3,470.69) un 52.00% de la inversión total, con respecto a iluminación (no tomando en cuenta elementos para aire acondicionado)

Las últimas 5 filas representan una inversión inicial (\$ 877.56) en cuanto al monitoreo de aire acondicionado.

5.2. INVERSIÓN INICIAL PARA EDIFICIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL.

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Computadora Personal	1	\$ 600.00	\$ 600.00
Hub USB	4	\$ 21.99	\$ 87.96
Tarjeta Labjack U12	6	\$ 95.00	\$ 570.00
Tarjeta de reles RB16	3	\$ 89.00	\$ 267.00
Relé (70M – OAC5)	48	\$ 6.86	\$ 329.28
Relé R02 – 11A10 – 120. (N.A.)	60	\$ 8.00	\$ 480.00
Base de Relé R95 – 101.	60	\$ 3.59	\$ 215.40
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	30	\$ 5.59	\$ 167.70
Base de Relé P2RF – 05 – E.	30	\$ 1.99	\$ 59.70
Módulos de Ubicación	3	\$ 21.00	\$ 63.00
Cable THHN # 12.	500 mts.	\$ 0.23	\$ 115.00
Sensor de Iluminación	1	\$ 10.69	\$ 10.69
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	1	\$ 5.59	\$ 5.59
Base de Relé P2RF – 05 – E.	1	\$ 1.99	\$ 1.99
<i>Sensor de Presencia CMR-LT(360°)</i>	25	\$ 93.75	\$ 2,343.75
<i>Wiremold V5738</i>	25	\$ 5.00	\$ 125.00
<i>Sensor de Presencia WVR</i>	5	\$ 106.25	\$ 531.25
¹ <i>Wiremold V5741</i>	5	\$ 4.71	\$ 23.55
RTD.	8	\$ 29.00	\$ 232.00
Cable UTP para RTD	1000 ft.	\$ 90.00	\$ 90.00
TOTAL			\$ 6,318.86

Cuadro 5.2. Inversión inicial para edificio Ingeniería Industrial

¹ <http://www.dale-electric.com/masterresults.cfm>

5.3 INVERSIÓN INICIAL PARA EDIFICIOS “B”, “C” Y “D”.

EDIFICIO “B”.

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Tarjeta Labjack U12	2	\$ 95.00	\$ 180.00
Tarjeta de relés RB16	1	\$ 89.00	\$ 89.00
Relé (70M – OAC5)	16	\$ 6.86	\$ 109.76
<i>Sensor de Presencia CMR-LT(360°)</i>	<i>12</i>	<i>\$ 93.75</i>	<i>\$ 1,125.00</i>
<i>Wiremold V5738</i>	<i>12</i>	<i>\$ 5.00</i>	<i>\$ 60.00</i>
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	12	\$ 5.59	\$ 67.00
Base de Relé P2RF – 05 – E.	12	\$ 1.99	\$ 23.88
Cable THHN # 12.	250 Mts	\$ 0.23	\$ 57.50
Relé R02 – 11A10 – 120. (N.A.)	24	\$ 8.00	\$ 192.00
Base de Relé R95 – 101.	24	\$ 3.59	\$ 86.16
Fotocelda.	1	\$ 21.69	\$ 21.69
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	1	\$ 5.59	\$ 5.59
Base de Relé P2RF – 05 – E.	1	\$ 1.99	\$ 1.99
Tubería Conduit 4”	3 de 6 Mts	\$ 45.00	\$ 135.00
TOTAL			\$ 2,154.57

Cuadro 5.3. Inversión inicial para edificio “B”

EDIFICIO “C”

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Tarjeta Labjack U12	2	\$ 95.00	\$ 180.00
Tarjeta de relés RB16	1	\$ 89.00	\$ 89.00
Relé (70M – OAC5)	16	\$ 6.86	\$ 109.76
<i>Sensor de Presencia CMR-LT(360°)</i>	<i>12</i>	<i>\$ 93.75</i>	<i>\$ 1,125.00</i>
<i>Wiremold V5738</i>	<i>12</i>	<i>\$ 5.00</i>	<i>\$ 60.00</i>
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	12	\$ 5.59	\$ 67.00
Base de Relé P2RF – 05 – E.	12	\$ 1.99	\$ 23.88
Cable THHN # 12.	250 Mts	\$ 0.23	\$ 57.50
Relé R02 – 11A10 – 120. (N.A.)	24	\$ 8.00	\$ 192.00
Base de Relé R95 – 101.	24	\$ 3.59	\$ 86.16
Fotocelda.	1	\$ 21.69	\$ 21.69
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	1	\$ 5.59	\$ 5.59
Base de Relé P2RF – 05 – E.	1	\$ 1.99	\$ 1.99
Tubería Conduit 4”	3 de 6 Mts	\$ 45.00	\$ 135.00
TOTAL			\$ 2,154.57

Cuadro 5.4. Inversión inicial para edificio “C”

EDIFICIO “D”.

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Computadora personal	1	\$ 600.00	\$ 600.00
Tarjeta Labjack U12	2	\$ 95.00	\$ 180.00
Tarjeta de relé RB16	1	\$ 89.00	\$ 89.00
Relé (70M – OAC5)	16	\$ 6.86	\$ 109.76
<i>Sensor de Presencia CMR-LT(360°)</i>	9	\$ 93.75	\$ 656.25
<i>Wiremold V5738</i>	9	\$ 5.00	\$ 35.00
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	9	\$ 5.59	\$ 50.31
Base de Relé P2RF – 05 – E.	9	\$ 1.99	\$ 17.91
Cable 120 Vac.	200 Mts	\$ 0.23	\$ 46.00
Relé R02 – 11A10 – 120. (N.A.)	18	\$ 8.00	\$ 144.00
Base de Relé R95 – 101.	18	\$ 3.59	\$ 64.62
Fotocelda.	1	\$ 21.69	\$ 21.69
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	1	\$ 5.59	\$ 5.59
Base de Relé P2RF – 05 – E.	1	\$ 1.99	\$ 1.99
TOTAL			\$ 2,022.12

Cuadro 5.5. Inversión inicial para edificio “D”

5.4. INVERSIÓN INICIAL TOTAL DE “PROPUESTA 1”.

Los edificios “B”, “C” y “D” estarán controlados todos por una sola computadora, al igual que el edificio administrativo y el edificio de ingeniería industrial, cada uno de estos edificios estarán controlado por una sola computadora individualmente.

Para el caso de los edificios “D”, Administrativo y el edificio de Ingeniería Industrial, la comunicación de la tarjeta de adquisición de datos con los tableros de cada nivel de los edificios, se utilizara cable THHN #12, el cual es utilizado también, para las instalaciones eléctricas. Para los edificios “B” y “C”, la comunicación desde el edificio D hasta los edificios B y C, será por vía aérea por medio del cable USB Híbrido, que no es más que una extensión del cable USB ordinario y con la diferencia que es fibra óptica, este cable debe de estar reforzado ya que se encuentra la parte externa al los edificios

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Edificio Administrativo.	1	\$ 7,537.12	\$ 7,537.12
Edificio Ingeniería Industrial.	1	\$ 6,318.86	\$ 6,318.86
<i>Edificio B.</i>	<i>1</i>	<i>\$ 2,154.57</i>	<i>\$ 2,154.57</i>
<i>Edificio C.</i>	<i>1</i>	<i>\$ 2,154.57</i>	<i>\$ 2,154.57</i>
<i>Edificio D.</i>	<i>1</i>	<i>\$ 2,022.12</i>	<i>\$ 2,022.12</i>
Módulos de Ubicación(B, C y D)	9	\$ 10.00	\$ 90.00
Software Labview.	1	\$ 1,093.00	\$ 1,093.00
USB Hybrid Cable	2	\$ 165.00	\$ 330.00
Hub USB	1	\$ 21.99	\$ 21.99
		TOTAL	\$ 21,722.23

Cuadro 5.6. Inversión inicial para los edificios Administrativo, Ingeniería industrial, Edificio “B”, “C” y “D”.

CAPITULO VI

“PROPUESTA 2” PARA CONTROL DE ILUMINACIÓN.

Como vemos en la inversión inicial para automatizar el edificio administrativo la adquisición de los sensores de presencia representa un 52% de la inversión total del edificio administrativo (Cuadro 5.1.) y el tiempo para recuperar dicha inversión podría tardar entre unos 8 a 10 años, y no podría ser una solución en cuanto al ahorro de energía, ya que los sensores de presencia poseen una garantía de 5 años, por lo que se debe buscar una mejor solución para tener una inversión inicial de menor costo.

¿COMO REDUCIR COSTOS?

Una solución alterna es la de eliminar los sensores de presencia y que el sistema de iluminación solamente dependa de un horario y de condiciones climáticas (como ya antes se menciono). La diferencia radica en que el sistema controla los circuitos de iluminación de cada uno de los niveles del edificio, manejando la salida de cada Interruptor Térmico, cada nivel del edificio estará controlado por una tarjeta de adquisición de datos Labjack.

6.1 SEGUNDA PROPUESTA PARA EDIFICIO ADMINISTRATIVO, EDIFICIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y EDIFICIOS “B”, “C” Y “D”.

Se pretende que cada salida digital de la tarjeta de adquisición de datos pueda controlar dos circuitos de iluminación (20 amperios cada uno), para el caso de edificio administrativo y edificio de ingeniería industrial, esto mediante dos relés cada uno de ellos en paralelo y del tipo R02 – 11A10 – 120 y para los edificios “B”, “C” y “D”, controlar un nivel por completo, con la conexión de 6 relés en paralelo, cada nivel posee su propio control de iluminación, constituido por interruptores térmicos de 20 amperios cada uno.

En cada nivel de los edificios “B”, “C” y “D” número de circuitos es de 4 para el caso de iluminación de aulas (aulas + servicios sanitarios) y de 1 para los pasillos, con lo cual se estaría utilizando 4 salidas digitales de la tarjeta de adquisición de datos

Para controlar la iluminación se deberá instalar un módulo de montaje de relés (RB16), dentro de este módulo estarán ubicados una serie de relés (70M – OAC5), que serán activados por la tarjeta de adquisición de datos.

Los relés (70M – OAC5), manejarán a su vez los relés R02 – 11A10 – 120(N.C.), esto con la finalidad de poder trabajar los circuitos individualmente de cada nivel, que componen el edificio.

DIAGRAMA DE CONEXIÓN.

El relé con capacidad de 10 amperios por contacto, relé R02 – 11A10 - 120, se conecta en paralelo para poder incrementar su capacidad al doble, es decir llevarlo a una capacidad de 20 amperios, igual a la de los interruptores térmicos.

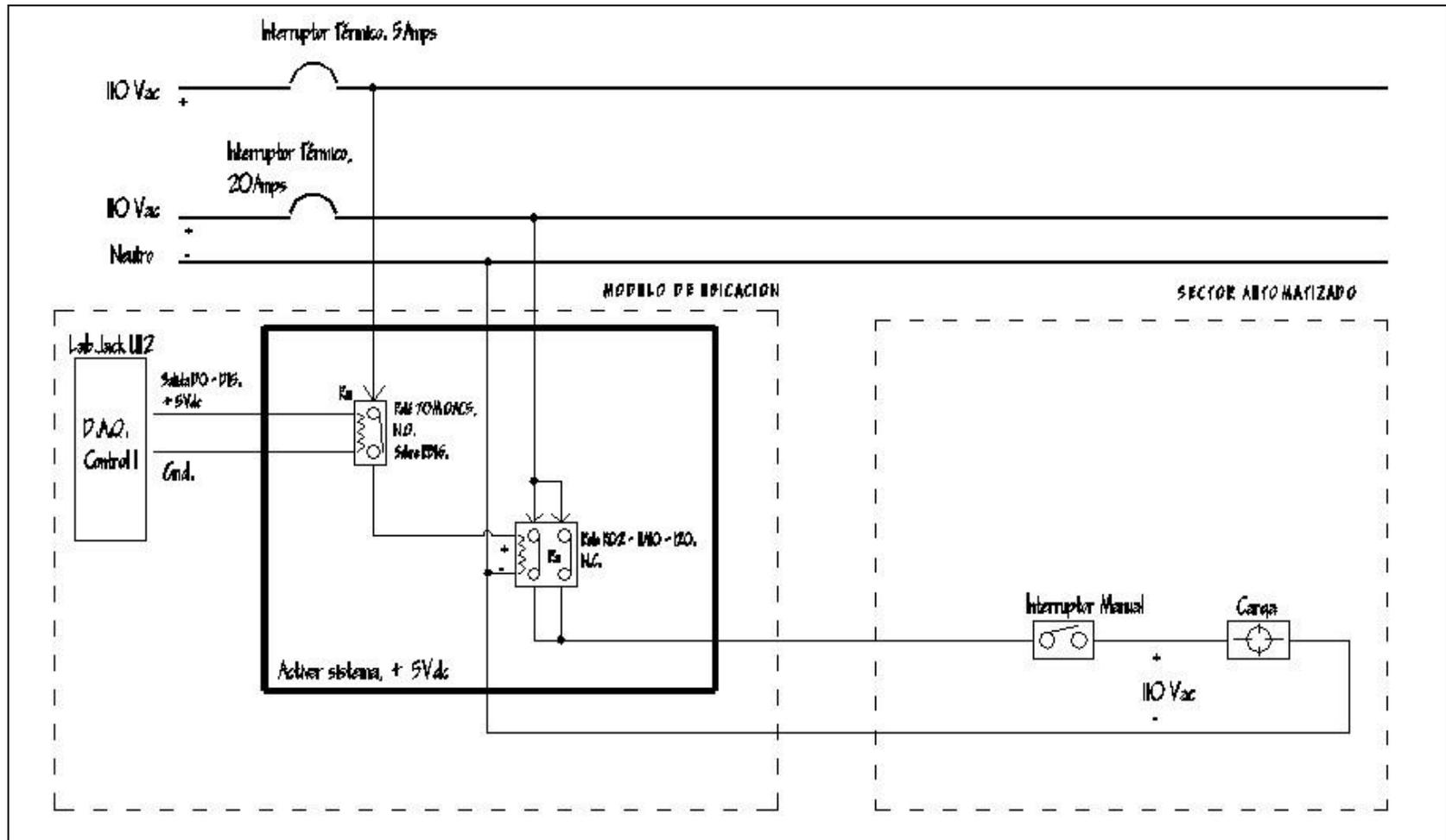


Figura 6.1. Conexión para controlar iluminación de los edificios Administrativo, Ingeniería Industrial y edificio “B”, “C” y “D”.

6.2. FUNCIONAMIENTO.

El sistema estará desactivado cuando la tarjeta de adquisición de datos envíe una señal de +5Vdc, esta señal digital cerrara el relé Rm, 70M – OAC5 (Normalmente abierto, NO), permitiendo que la señal de 110Vac active el segundo relé Ra, R02 – 11A10 – 120 (N.C.), abriendo los circuitos de iluminación de cada nivel, es decir que no se puede activar la iluminación mediante el interruptor manual.

Con una señal de 0 Voltios, el sistema estará activo, el relé Rm, 70M – OAC5, operara normalmente abierto, impidiendo la activación del segundo relé Ra, R02 – 11A10 – 120 (N.C.), por lo que el sistema estará funcionando normalmente.

Este modo de operar se realiza con la finalidad que en un dado caso la computadora llegara a fallar, está mandaría una señal de control de 0 Voltios, lo que permitiría que el sistema puede ser activado por los usuarios por medio de los interruptores comunes, sin ninguna restricción.

Por cada salida del relé Rm, 70M – OAC5, se conectaran 2 o 6 relés Ra, R02 – 11A10 – 120 (N.C.), según sea el caso, que corresponde a un circuito de iluminación.

La señal de 110Vac que entrará a los relés Rm, 70M – OAC5, es tomada de una nueva línea de alimentación del sub tablero, correspondiente a cada nivel del edificio, esta deberá tener un interruptor térmico de 5 Amperios.

La desventaja principal de este sistema es el hecho que mientras el sistema este activo, siempre existirían perdidas en la utilización de la energía eléctrica, ya que se estaría dependiendo en este momento de los interruptores comunes, lo único que realiza el sistema es poder habilitar dichos interruptores para activar la iluminación de un cubículo, de un cuarto de reunión o de un pasillo, debido a esto, el ahorro solamente se produciría en horas en donde el sistema no este activo.

6.3 INVERSIÓN INICIAL PARA EDIFICIO ADMINISTRATIVO.

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Computadora Personal	1	\$ 600.00	\$ 600.00
Tarjeta Labjack U12	3	\$ 95.00	\$ 285.00
Tarjeta de relé RB16	3	\$ 89.00	\$ 267.00
Hub USB	4	\$ 21.99	\$ 87.96
Módulos de Ubicación	3	\$ 21.00	\$ 63.00
Cable 120 Vac.	50 Mts	\$ 0.23	\$ 11.50
Sensor de Iluminación	1	\$ 21.69	\$ 21.69
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	1	\$ 5.59	\$ 8.00
Base de Relé P2RF – 05 – E.	1	\$ 1.99	\$ 1.99
Relé (70M – OAC5)	30	\$ 6.86	\$ 226.38
Relé R02 – 11A10 – 120. (N.A.)	60	\$ 8.00	\$ 480.00
Base de Relé R95 – 101.	60	\$ 3.59	\$ 215.40
Circuito Controlador de Iluminación	5	\$ 8.215	\$ 41.075
Motores para cortinas	5	\$ 84.00	\$ 420.00
Fuente de alimentación.	1	\$ 70.00	\$ 70.00
RTD.	12	\$ 29.00	\$ 348.00
Cable UTP para RTD	1000 ft.	\$ 90.00	\$ 90.00
TOTAL			\$ 3,237.00

Cuadro 6.1. Inversión inicial para segunda propuesta para edificio Administrativo.

6.4. INVERSIÓN INICIAL PARA EDIFICIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL.

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Computadora Personal	1	\$ 600.00	\$ 600.00
Tarjeta Labjack U12	3	\$ 95.00	\$ 285.00
Tarjeta de relé RB16	3	\$ 89.00	\$ 267.00
Hub USB	4	\$ 21.99	\$ 87.96
Módulos de Ubicación	3	\$ 21.00	\$ 63.00
Cable 120 Vac.	50 Mts	\$ 0.23	\$ 11.50
Sensor de Iluminación	1	\$ 21.69	\$ 21.69
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	1	\$ 5.59	\$ 5.59
Base de Relé P2RF – 05 – E.	1	\$ 1.99	\$ 1.99
Relé (70M – OAC5)	30	\$ 6.86	\$ 205.80
Relé R02 – 11A10 – 120. (N.A.)	60	\$ 8.00	\$ 480.00
Base de Relé R95 – 101.	60	\$ 3.59	\$ 215.40
RTD.	13	\$ 29.00	\$ 377.00
Cable UTP para RTD	1000 ft.	\$ 90.00	\$ 90.00
TOTAL			\$ 2,711.93

Cuadro 6.2. Inversión inicial para segunda propuesta para edificio ingeniería Industrial.

6.5. INVERSION INICIAL PARA EDIFICIOS “B”, “D” Y “D”.

INVERSIÓN INICIAL PARA EDIFICIO B.

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Relé R02 – 11A10 – 120. (N.A.)	24	\$ 8.00	\$ 92.00
Base de Relé R95 – 101.	24	\$ 3.59	\$ 86.16
Fotocelda.	1	\$ 21.69	\$ 21.69
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	1	\$ 5.59	\$ 5.59
Base de Relé P2RF – 05 – E.	1	\$ 1.99	\$ 1.99
Tubería Conduit 4”	6 de 3 Mts	\$ 45.00	\$ 135.00
TOTAL			\$ 442.43

Cuadro 6.3. Inversión inicial para segunda propuesta para edificio “B”.

EDIFICIO C.

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Relé R02 – 11A10 – 120. (N.A.)	24	\$ 8.00	\$ 92.00
Base de Relé R95 – 101.	24	\$ 3.59	\$ 86.16
Fotocelda.	1	\$ 21.69	\$ 21.69
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	1	\$ 5.59	\$ 5.59
Base de Relé P2RF – 05 – E.	1	\$ 1.99	\$ 1.99
Tuberia Conduit 4”	6 de 3 Mts	\$ 45.00	\$ 135.00
TOTAL			\$ 442.43

Cuadro 6.4. Inversión inicial para segunda propuesta para edificio “C”.

EDIFICIO D.

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Computadora Personal	1	\$ 600.00	\$ 600.00
Tarjeta Labjack U12	1	\$ 95.00	\$ 95.00
Tarjeta de relés RB16	1	\$ 89.00	\$ 89.00
Relé (70M – OAC5)	16	\$ 6.86	\$ 109.76
Cable 120 Vac.	100 Mts	\$ 0.23	\$ 23.00
Relé R02 – 11A10 – 120. (N.A.)	24	\$ 8.00	\$ 96.00
Base de Relé R95 – 101.	24	\$ 3.59	\$ 43.08
Fotocelda.	1	\$ 21.69	\$ 21.69
Relé G2R – 2 – S – AC120 (N.C.)	1	\$ 5.59	\$ 5.59
Base de Relé P2RF – 05 – E.	1	\$ 1.99	\$ 1.99
Tuberia Conduit 4”	6 de 3 Mts	\$ 45.00	\$ 135.00
TOTAL			\$ 1,359.19

Cuadro 6.5. Inversión inicial para segunda propuesta para edificio “D”.

6.6. INVERSIÓN INICIAL TOTAL DE PROPUESTA 2.

Los edificios “B”, “C” y “D” estarán controlados todos por una sola computadora, al igual que el edificio administrativo y el edificio de ingeniería industrial, que cada uno estará controlado por una sola computadora.

Para el caso de los edificios “D”, Administrativo y el edificio de Ingeniería Industrial, la comunicación de la tarjeta de adquisición de datos con los tableros de cada nivel de los edificios, se realizaran con cable THHN. Los edificios “B” y “C”, la comunicación para los conductores será desde el edificio D hasta los edificios B y C, se realizara por vía aérea por medio de conductor THHN calibre 10.

Unidad	Cantidad	Precio Por Unidad	Total
Edificio Administrativo.	1	\$ 3,237.00	\$ 3,237.00
Edificio Ingeniería Industrial.	1	\$ 2,711.93	\$ 2,711.93
Edificio B.	1	\$ 442.43	\$ 442.43
Edificio C.	1	\$ 442.43	\$ 442.43
Edificio D.	1	\$ 1,359.19	\$ 1,359.19
Software Labview.	1	\$ 1,093.00	\$ 1,093.00
Costo de Instalación.	1		
Cable THHN 120Vac. (Aéreo) # 10.	300 Mts	\$ 0.60	\$ 180.00
TOTAL			\$ 9,465.98

Cuadro 6.6. Inversión inicial para segunda propuesta para los edificios Administrativo, Ingeniería Industrial y Edificios “B”, “C” y “D”.

CAPITULO VII

PERDIDAS ELECTRICAS EN LOS EDIFICIOS “B”, “C” Y “D”.

Conociendo el tipo de iluminación y el balastro que componen cada luminaria en los edificios “B”, “C” y “D”, se puede determinar cuantas perdidas en energía eléctrica se produce en cada aula, pasillo y servicios sanitarios, en un periodo determinado. Las Luminarias que componen estos edificios posee 3 lámparas de 32 Watts cada una, además cada luminaria posee un balastro electrónico de 5 Watts, en total, cada Luminaria estas formada por 101 Watts.

La empresa encargada del suministro de energía eléctrica es CAESS, y proporciona las siguientes tarifas de acuerdo al horario en que esta es servida.

<i>HORARIO</i>	<i>PRECIO (\$ / Kw.h)</i>
Resto. 05:00 – 17:59	\$ 0.067965 / kw.h
Punta. 18:00 – 22:59.	\$ 0.083211 / kw.h
Valle. 23:00 – 04:59.	\$ 0.052996 / kw.h

Cuadro 7.1. Tarifa de energía eléctrica por distribuidora CAESS para el mes de Junio de el año 2003.

La tarifa de energía eléctrica corresponde al mes de junio del año 2003 en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

Para determinar las perdidas de energía eléctrica, debido al mal uso de la iluminación en las aulas, pasillo o servicio sanitarios, se tiene que recopilar información acerca del tiempo en que ésta es mal utilizada, en otras palabras el tiempo en que se encuentra en forma activa cuando no exista ninguna presencia de alumnos y/o docentes en una aula especifica.

Una vez teniendo esta información junto con la descripción técnica de cada luminaria y las tarifas de energía eléctrica, se puede determinar el costo en pérdidas de energía eléctrica mediante la fórmula siguiente:

$$Cp = (N \times Kw) \times (Cee) \times (Td).$$

En donde:

- Cp : Costo por pérdidas de energía eléctrica.
- N : Numero de Luminarias en estudio.
- Kw : Kilo Watts por luminaria (Lámparas + balastro).
- Cee : Costo de energía eléctrica, según empresa encargada y horario.
- Td : Tiempo en estudio.

Las siguientes tablas representan el estudio en cuanto a costos en pérdidas de energía eléctrica por cada aula, pasillo o servicios sanitarios, en los edificios “B”, “C” y “D”, durante una hora, en este tiempo de estudio se supone que se estaría mal utilizando la iluminación, esto con la finalidad de conocer el costo por hora de energía eléctrica.

EDIFICIO B						
Aula.	Numero de Luminarias. (3x32W c/u)	Numero de balastros. (5W c/u)	Kwatts.	Resto. 05:00 – 17:59 \$ 0.067965/kw.h	Punta. 18:00 – 22:59. \$ 0.083211/kw.h	Valle. 23:00 – 04:59. \$ 0.052996/kw.h
NIVEL 01						
B11	15	15	1.515	\$ 0.102967	\$ 0.126065	\$ 0.080289
B11 Pasillo	3	3	0.303	\$ 0.020593	\$ 0.025213	\$0.016058
B11 Baños	8	8	0.808	\$ 0.054916	\$ 0.067234	\$ 0.042821
NIVEL 02						
B21	12	12	1.212	\$ 0.082374	\$ 0.100852	\$ 0.064231
B22	12	12	1.212	\$ 0.082374	\$ 0.100852	\$ 0.064231
B2 Pasillo*	8	8	0.552	\$ 0.037517	\$ 0.045932	\$ 0.029254
NIVEL 03						
B31	12	12	1.212	\$ 0.082374	\$ 0.100852	\$ 0.064231
B32	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
B33	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
B3 Pasillo*	8	8	0.552	\$ 0.037517	\$ 0.045932	\$ 0.029254
NIVEL 04						
B41	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
B42	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
B43	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
B44	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
B4 Pasillo*	8	8	0.552	\$ 0.037517	\$ 0.045932	\$ 0.029254

Cuadro 7.2. Costos en pérdidas de energía eléctrica en Edificio “B”.

*Luminaria formada por 2 tubos de 32 Watt con un balastro electrónico de 5Watt por cada luminaria (2 x 32 Watts + 5Watts)

EDIFICIO C						
<i>Aula.</i>	<i>Numero de Luminarias. (3x32W c/u)</i>	<i>Numero de balastros. (5W c/u)</i>	<i>Kwatts.</i>	<i>Resto. 05:00 – 17:59 \$ 0.067965/kw.h</i>	<i>Punta. 18:00 – 22:59. \$ 0.083211/kw.h</i>	<i>Valle. 23:00 – 04:59. \$ 0.052996/kw.h</i>
NIVEL 01						
C11	15	15	1.515	\$ 0.102967	\$ 0.126065	\$ 0.080289
C11 Pasillo	3	3	0.303	\$ 0.020593	\$ 0.025213	\$0.016058
C11 Baños	8	8	0.808	\$ 0.054916	\$ 0.067234	\$ 0.042821
NIVEL 02						
C21	9	9	0.909	\$ 0.061780	\$ 0.075639	\$ 0.048173
C22	9	9	0.909	\$ 0.061780	\$ 0.075639	\$ 0.048173
C23	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
C2 Pasillo*	8	8	0.552	\$ 0.037517	\$ 0.045932	\$ 0.029254
NIVEL 03						
C31	12	12	1.212	\$ 0.082374	\$ 0.100852	\$ 0.064231
C32	12	12	1.212	\$ 0.082374	\$ 0.100852	\$ 0.064231
C3 Pasillo*	8	8	0.552	\$ 0.037517	\$ 0.045932	\$ 0.029254
NIVEL 04						
C41	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
C42	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
C43	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
C44	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
C4 Pasillo*	8	8	0.552	\$ 0.037517	\$ 0.045932	\$ 0.029254

Cuadro 7.3. Costos en pérdidas de energía eléctrica en Edificio “C”

*Luminaria formada por 2 tubos de 32 Watt con un balastro electrónico de 5Watt por cada luminaria (2 x 32 Watts + 5Watts)

EDIFICIO D						
<i>Aula.</i>	<i>Numero de Luminarias. (3x32W c/u)</i>	<i>Numero de balastros. (5W c/u)</i>	<i>Kwatts.</i>	<i>Resto. 05:00 – 17:59 \$ 0.067965/kw.h</i>	<i>Punta. 18:00 – 22:59. \$ 0.083211/kw.h</i>	<i>Valle. 23:00 – 04:59. \$ 0.052996/kw.h</i>
NIVEL 01						
D11	15	15	1.515	\$ 0.102967	\$ 0.126065	\$ 0.080289
D11 Pasillo	3	3	0.303	\$ 0.020593	\$ 0.025213	\$ 0.016058
D11 Baños	8	8	0.808	\$ 0.054916	\$ 0.067234	\$ 0.042821
NIVEL 02						
D21	32	32	3.232	\$ 0.219663	\$ 0.268938	\$ 0.171283
D2 Pasillo*	3	3	0.207	\$ 0.014069	\$ 0.017225	\$ 0.010970
NIVEL 03						
D31	9	9	0.909	\$ 0.061780	\$ 0.075639	\$ 0.048173
D32	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
D33	9	9	0.909	\$ 0.061780	\$ 0.075639	\$ 0.048173
D3 Pasillo*	7	7	0.483	\$ 0.032827	\$ 0.040191	\$ 0.025597
NIVEL 04						
D41	9	9	0.909	\$ 0.061780	\$ 0.075639	\$ 0.048173
D42	6	6	0.606	\$ 0.041187	\$ 0.050426	\$ 0.032116
D43	9	9	0.909	\$ 0.061780	\$ 0.075639	\$ 0.048173
D4 Pasillo	8	8	0.808	\$ 0.054916	\$ 0.067234	\$ 0.042821

Cuadro 7.4. Costos en pérdidas de energía eléctrica en Edificio “D”

*Luminaria formada por 2 tubos de 32 Watt con un balastro electrónico de 5Watt por cada luminaria (2 x 32 Watts + 5Watts).

7.1. PERDIDAS DE ENERGIA ELECTRICA MENSUAL EN EDIFICIOS “B”, “C” Y “D”.

Un estudio realizado por alumnos de la materia de Sistemas Electromecánicos durante la ultima semana de Junio hasta la segunda semana de Julio del año 2003, se determino que durante el periodo descrito anteriormente(3 semanas), existió un mal uso de la energía eléctrica, esto se determino mediante la observación y control del tiempo en que cada aula de los edificios estaba siendo mal utilizada, anotando el tiempo en que la iluminación estaba operando aun cuando no existía ninguna actividad de presencia, los resultados que este grupo de alumnos proporcionó se muestran a continuación.

EDIFICIO B		EDIFICIO C		EDIFICIO D	
<i>Nivel</i>	<i>Costo en Perdidas</i>	<i>Nivel</i>	<i>Costo en Perdidas</i>	<i>Nivel</i>	<i>Costo en Perdidas</i>
01	\$ 13.02854	01	\$ 8.69000	01	\$ 5.36190
02	\$ 22.25238	02	\$ 11.41000	02	
03	\$ 10.55900	03	\$ 9.40258	03	
04	\$ 2.81000	04	\$ 8.10773	04	
Total	\$ 48.64992		\$ 37.61031		\$ 5.36190

Cuadro 7.5. Costos en pérdidas de energía eléctrica total en edificios “B”, “C” y “D”

Las 3 semanas en que se llevo el estudio en determinar los costos en perdidas de energía eléctrica, representa un 75% de un mes (1 mes tiene 4 semanas aproximadamente), si quisiéramos determinar este costo por mes tendríamos que multiplicar el total de cada edificio por 1.25, que es el 25% faltante (1 semana restante), para poder determinar un estimado de las perdidas eléctricas mensuales.

EDIFICIO B	EDIFICIO C	EDIFICIO D
<i>Costo en Perdidas / Mes</i>	<i>Costo en Perdidas / Mes</i>	<i>Costo en Perdidas / Mes</i>
\$ 48.64992 X 1.25	\$ 37.61031 X 1.25	\$ 5.36190 X 1.25
\$ 60.81240	\$ 47.01288	\$ 6.70238

Cuadro 7.6. Costos en pérdidas de energía eléctrica mensual en edificios “B”, “C” y “D”

TOTAL PARA LOS 3 EDIFICIOS	\$ 114.85766 / mes
-----------------------------------	---------------------------

En el caso del edificio D, solamente se estudió el aula D11.

CAPITULO VIII

TIEMPO PARA RECUPERAR LA INVERSIÓN INICIAL DEL SISTEMA AUTOMATIZADO POR MEDIO DE SENSORES DE MOVIMIENTO.

Según los resultados anteriores para ambas propuestas para un control de iluminación inteligente, confiables, con la diferencia que la utilización de sensores de movimiento para el control de iluminación se adecua mejor a las aulas de clases, propias de los edificios “B”, “C” y “D”, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, y el control de la alimentación de los circuitos de iluminación (segunda propuesta de diseño) se adapta mejor a los edificios Administrativos y de Ingeniería Eléctrica.

El costo de cada una de las inversiones iniciales que mejor se acoplan a los edificios se presenta a continuación:

<i>EDIFICIO</i>	<i>PROPUESTA PARA EL CONTROL DE ILUMINACION</i>	<i>INVERSIÓN INICIAL</i>
<i>Administrativo.</i>	Controlando los Circuitos de Iluminación.	\$ 2,889.30
<i>Ing. Industrial.</i>	Controlando los Circuitos de Iluminación.	\$ 2,364.23
<i>“B”, “C” y “D”.</i>	Utilizando Sensores de Movimiento.	\$ 6,331.26

Cuadro 8.1. Inversión Total tomando en cuenta las dos propuestas de diseño para automatizar edificio administrativo, Ingeniería Industrial y Edificios “B”, “C” y “D”.

Debido a que el estudio que se realizó en el año 2003, y que trata sobre la mala utilización de la energía eléctrica, solamente se realizó a las aulas de clases de los edificios “B”, “C” y “D” de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, ya que la información que se obtuvo del edificio “D” no proporciona suficiente información en cuanto a pérdida de energía eléctrica no se considero el calculo de recuperación de inversión inicial; el resultado que proporciono este estudio fue que durante un mes, se da aproximadamente un desperdicio de energía eléctrica que corresponde a \$107.83 mensuales(\$ 1,293.96 anuales), en los edificios “B” y ”C”.

Además no se puede realizar un tiempo de recuperar la inversión inicial a los edificios Administrativos y el de Ingeniería Industrial, ya que no existe ningún estudio de pérdidas de energía eléctrica.

La mejor solución es que la Universidad de El Salvador financie por completo el monto de la inversión inicial o que busque instituciones gubernamentales y/o no gubernamentales para poder financiar cualquier de las propuestas ya antes mencionadas.

Existe otra solución, y es la de realizar un préstamo a alguna institución bancaria, lo que se tiene que tener en cuenta es que al realizarse un préstamo mayor a los \$ 1,500.00, este debe de ser de tipo Hipotecario y con una tasa de interés del 6.43%¹ con un periodo total para pagar dicho crédito de 20 años.

La formula para determinar el tiempo de recuperar la inversión inicial se realiza por medio del software de Office 2000 - Microsoft Excel, que se encuentra en la siguiente dirección: insertar/función/financieras/NPER, y aplicada a la inversión inicial de los edificios “B” y “C”.

Datos:

- Inversión inicial total: **\$ 5,209.14**
- Ahorro de Energía Eléctrica: **\$ 107.83**
- Tasa de Interés: **6.43 %**

La figura 8.1 muestra que el tiempo necesario para recuperar dicha la inversión inicial de \$ 6,331.26 es de 56 meses, lo que corresponde a un período de 4 años y 8 meses, aproximadamente.

¹ Banco de Comercio

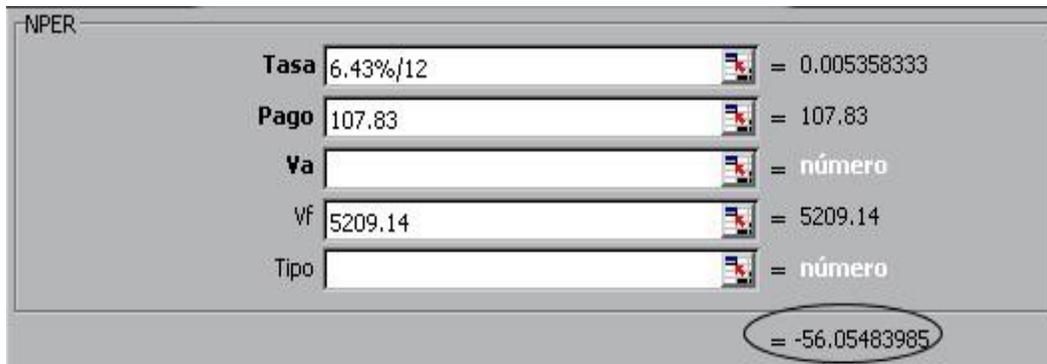


Figura 8.1. Programa de Excel que calculo el tiempo para recuperar la Inversión Inicial.

Se tiene que tomar en cuenta que los servicios sanitarios de los edificios “B” y “C” no fueron objeto de estudio en cuanto a energía eléctrica mal utilizada; al tomar en cuenta todos estos factores ausentes la inversión inicial se recuperaría en un menor tiempo.

Se pretende automatizar los servicios sanitarios de los edificios antes descritos, y estos no fueron objeto de estudio, a pesar que estos, por lo general pasan todo el día encendidos y suponiendo que en promedio se deberían estar utilizando alrededor de 4 horas diarias por cada servicio sanitario.

Los servicios sanitarios de cada edificio (“B”, “C” y “D”), poseen 8 luminarias en total de 101 Watts cada una, por lo que el total de energía eléctrica utilizada por mes es de:

Utilizando formula de página 85:

$$C_p = (N \times Kw) \times (C_{ee}) \times (T_d).$$

$$C_p = 2 \times (8 \times 0.101Kw) \times (0.067965 \$ / kw.h) \times (240 h)$$

$$C_p = \$ 26.36$$

El resultado de la suma de estas dos nuevas cantidades a las pérdidas mensuales de los edificios “B” y “C” obtenemos:

EDIFICIO B	EDIFICIO C	SERVICIOS SANITARIOS
<i>Costo en Perdidas / Mes</i>	<i>Costo en Perdidas / Mes</i>	<i>Costo en Perdidas / Mes</i>
\$ 60.81240	\$ 47.01288	\$ 26.36

Cuadro 8.2. Costos en pérdidas de energía eléctrica total en edificios “B”, “C” y servicios sanitarios correspondientes a cada edificio.

TOTAL PARA LOS EDIFICIOS “B” Y “C”: \$ 134.19 / mes

Al utilizar de nuevo la formula para poder determinar el tiempo para recuperar la inversión inicial, tenemos:

Datos:

- Inversión inicial total: **\$ 5,209.14**
- Ahorro de Energía Eléctrica: **\$ 134.18**
- Tasa de Interés: **6.43 %**

The image shows a financial calculator interface with the following fields and values:

- Tasa:** 6.43%/12 = 0.005358333
- Pago:** 134.19 = 134.19
- Va:** = número
- Vf:** 5209.14 = 5209.14
- Tipo:** = número
- Result:** -43.63773594 (circled in red)

Figura 8.2. Calculo el tiempo para recuperar la Inversión

Lo que produce un periodo de **3 años y 7 meses** para poder recuperar la inversión inicial total.

CAPITULO IX

DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE PARA CONTROLAR LA ILUMINACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Antes que nada cada tarjeta de Adquisición de Datos LabJack U12 debe de ser registrada con un número de Identificación, esto se realiza por medio del programa Ljconfig.

En el programa para controlar la iluminación se han establecido como tarjetas controladoras, aquellas con un número de identificación impar (1, 3 y 5) y como tarjetas para conocer el estado de los sensores aquellas que tienen un número de identificación par (2, 4 y 6).

El programa tiene la característica de poder almacenar la información que se relaciona a los estados de la iluminación(On/Off) de los circuitos los cuales el sensor de movimiento esta controlando y niveles de temperatura del edificio al cual se este controlando, esto se realiza automáticamente cada 10 minutos, esta información se almacena en un archivo de texto, los días 01 y 15 de cada mes, creando un nuevo archivo con toda la información en dichas fechas, los nombre con los cuales se guardan estos archivos es “Dia.Mes.Año”, ejemplos: 01Marzo2004 o 15Mayo2005 y son almacenados en diferentes directorios.

Antes de inicial un programa por primera vez, se tiene que crear un archivo .txt con el nombre “Temp” (Temp.txt) en los siguientes directorios:

Edificio Administrativo:

- 1) C:\EnergyData\EAdministrativo\Nivel01
- 2) C:\EnergyData\EAdministrativo\Nivel02
- 3) C:\EnergyData\EAdministrativo\Nivel03
- 4) C:\EnergyData\EAdministrativo\Temperatura

Edificio de Ingeniería Industrial:

- 1) C:\EnergyData\EIndustrial\Nivel01
- 2) C:\EnergyData\EIndustrial\Nivel02
- 3) C:\EnergyData\EIndustrial\Nivel03
- 4) C:\EnergyData\EIndustrial\Temperatura

Edificios “B”, “C” y “D”:

- 1) C:\EnergyData\EBCD\EdificioB
- 2) C:\EnergyData\EBCD\EdificioC
- 3) C:\EnergyData\EBCD\EdificioD

El programa para el control de la iluminación, esta desarrollado para operar bajo un ambiente grafico creado en el programa Labview 7.0 Express, este programa tiene dos formas de operar, la primera de ellas es por medio de la lectura de un sensor de iluminación, el cual nos proporciona la información del medio ambiente, si éste se encuentra con un nivel bajo o alto de iluminación, en otras palabras, si es necesario activar o desactivar la iluminación del edificio. Esta opción se realiza con la finalidad que cuando se presente un clima nublado, independiente de la hora del día en que se encuentre éste, se active el sistema inteligente de iluminación, siendo activado posteriormente por la detección de presencia en el área de trabajo por parte de los sensores de presencia.

Este sensor de iluminación tiene la característica que puede ser activado o desactivado dentro del programa, con el fin de poder deshabilitar el sistema en horas de la noche, en donde no existe ninguna razón para permanecer activado. La comunicación del sensor de iluminación y la tarjeta de adquisición de datos se dará por medio de una señal de +5Vdc, esta señal se generara por medio de una relé con un voltaje de bobina de 110Vac, al estar activo el sensor de iluminación o fotocelda, ésta activara el relé y posteriormente enviara la señal de +5Vdc hacia la entrada IO0 de la tarjeta de adquisición de datos con numero de identificación 1, proporcionando de esta manera la información que se necesita activar el sistema de iluminación.

También existe la opción de poder fijar el nivel de voltaje con el cual se desea activar el sistema automático mediante la fotocelda, si se desea que el sistema se active mediante una señal digital baja (0) o si queremos que se active mediante una señal digital alta (1).

La segunda opción para activar el sistema inteligente, es por medio de dos horarios. Este se activa por medio de una hora de inicio y una hora para finalizar la activación del sistema, seguido por la introducción desde una fecha “X” hasta una fecha “Y” en la cual se desea que el sistema este activo, el programa deshabilita el sistema de iluminación desde el día sábado de las 2 de la tarde hasta el día domingo. La iluminación se activara ya sea cuando se cumplan cualquiera de los horarios que se han introducido.

El programa proporciona los datos actuales de la fecha y hora en que se encuentra, esto de acuerdo a los datos que posee la computadora en donde se encuentra residente el programa.

Como ejemplo supondremos que deseamos que el sistema de iluminación trabaje durante dos horarios, el primer horario de 6:30:00 a.m. hasta las 7:00:00 a.m. y el segundo horario de 4:30:00 p.m. a 8:00:00 p.m. durante los días, 20 de marzo hasta 25 de marzo del año 2003.

Primero notemos que la hora debe introducirse en forma de Horas:Minutos:Segundos p.m. (ó a.m. según el horario que se desea): HH:MM:SS p.m.

Primer horario:

Hora de Inicio.

6:30:00 a.m.

Hora de finalización.

7:00:00 a.m.

Segundo Horario:

Hora de Inicio.

4:30:00 p.m.

Hora de finalización.

8:00:00 p.m.

Segundo, se introducirá que días se desea este horario, esto se introduce de forma similar a lo descrito anteriormente, como por ejemplo: Día/Mes/Año: DD/MM/AAAA.

Fecha de Inicio.

20/03/2003

Fecha de finalización.

25/03/2003

Dentro del programa, una vez activado el sistema de iluminación se puede visualizar que áreas se encuentran activas por los sensores de movimiento y pudiendo ser desactivadas desde el programa, esto se realiza al cambiar del estado automático a estado manual en el programa, una vez dentro del estado Manual el sistema de iluminación puede activarse y desactivarse manualmente, mediante interruptores virtuales dentro del programa. No se puede activar la iluminación ya que esta depende de los sensores de movimiento, para es caso de la primer propuesta, si el sistema inteligente controla los la salida de los interruptores térmicos la iluminación dependerá de los interruptores convencionales ya instalados.

Otra de las características de este programa es que posee un esquema del edificio, en donde se muestra la temperatura que poseen los sectores con aire acondicionado, en caso que el edificio posea climatización artificial. Esto se realiza por medio de sensores de temperaturas, estos sensores son conectados a cualquiera de las entradas análogas (AI0 – AI3) de la tarjeta de adquisición de datos.

Existe una segunda opción acerca de un tercer horario, diferente a los dos horarios ya antes mencionados, este tercer horario proporciona salidas altas (1) dentro del horario establecido por el usuario, este tipo se señal puede utilizarse para poder controlar una serie de reles, los cuales pueden ser utilizados para diferentes acciones, como por ejemplo: el control de un sistema de riego, para aprovechar una parte del agua que cae durante invierno.

Para ambas propuestas de diseño del control de iluminación inteligente, el programa es el mismo, la diferencia radica en que una propuesta controla los sensores de presencia y la otra controla los circuitos de iluminación.

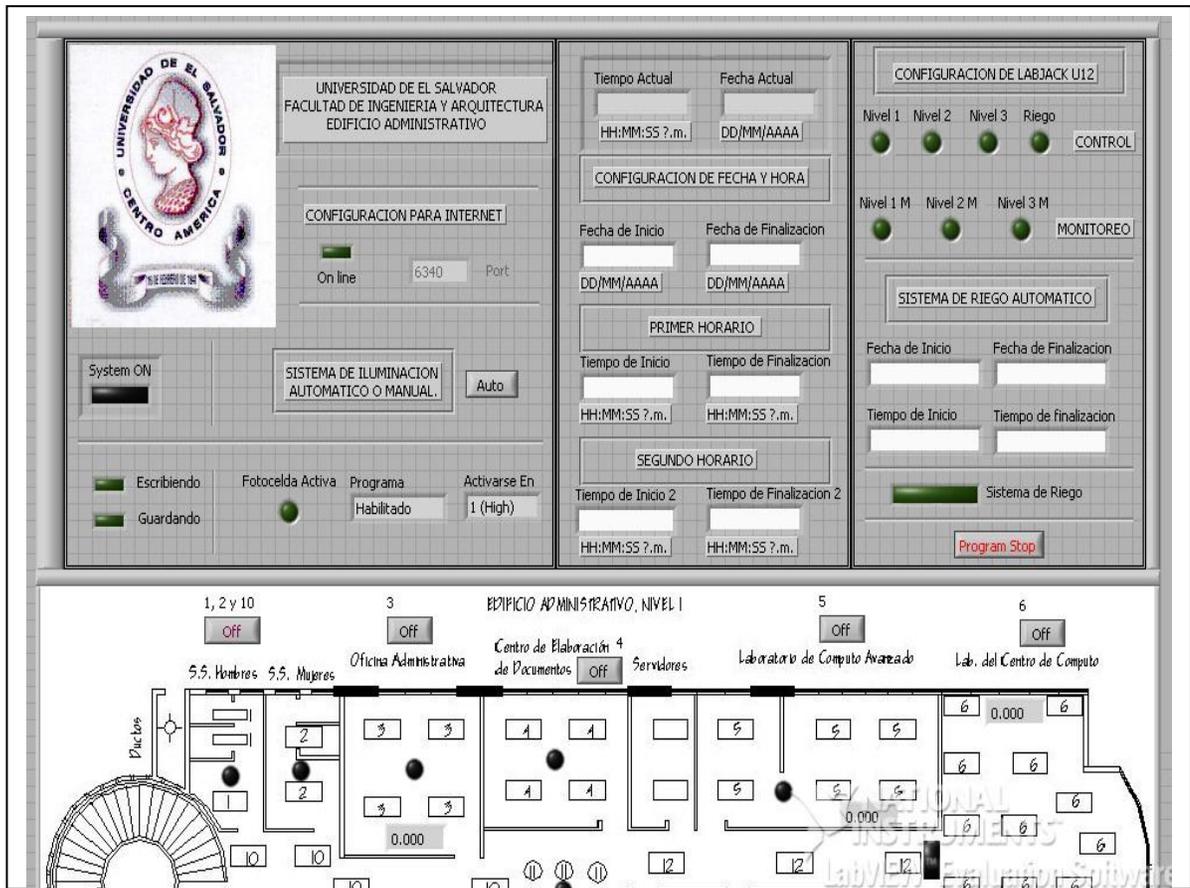


Figura 9.1. Pantalla principal del programa realizado en LabView 7.0 Express

INTERNET.

Existe la opción de poder visualizar(monitorear) lo que esta sucediendo en los edificios, esto mediando un segundo programa(versión cliente), con el cual una vez conectado a Internet, proporciona toda la información que se esta procesando en el programa de control(versión servidor). Este programa (versión cliente) se le debe de asignar la dirección IP del programa “versión Servidor” además de introducir el puerto (versión servidor y versión cliente) en el cual se va a enviar y leer dicha información.

9.1. DIAGRAMA DE BLOQUES.

COMPROBAR LOS HORARIOS SELECCIONADOS

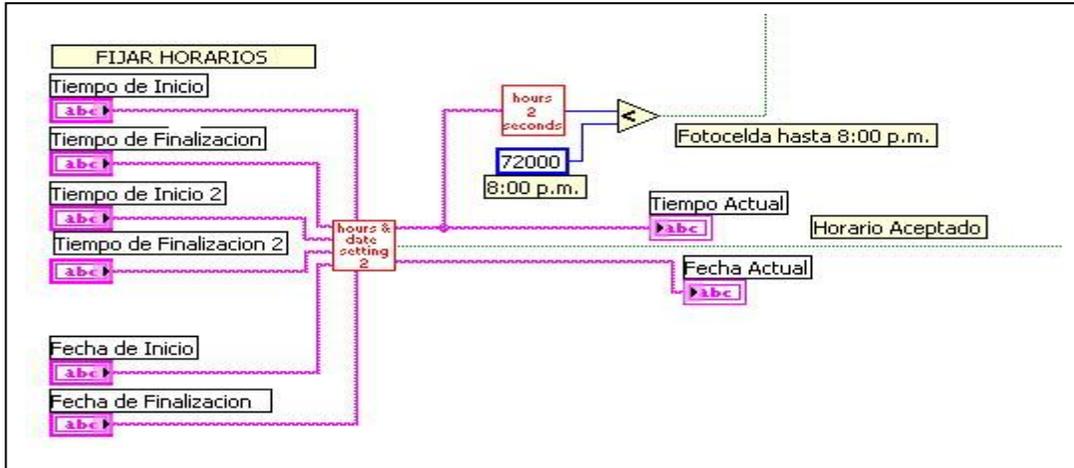


Figura 9.2. Comprobación de horarios.

Consiste en comprobar si el horario de la computadora se encuentra dentro de los horarios que se han establecido en el programa, si es así, se envía una señal alta en respuesta; además se manda una señal de control en la que indica que la información que proporciona la fotocelda solo es válida hasta las 8:00 p.m.

LECTURA DE LA SEÑAL DE LA FOTOCELDA Y LECTURA DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA.

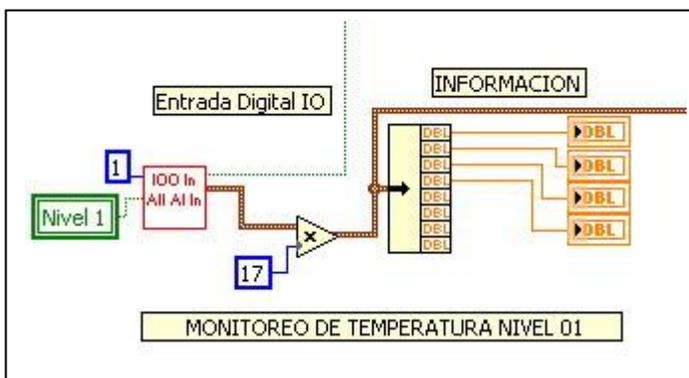


Figura 9.3. Comprobación de la señal de fotocelda y monitoreo de temperatura.

Se leen los canales IO0 hasta IO3 (entradas digitales) de la tarjeta de adquisición de datos, con la finalidad de determinar el estado actual de la fotocelda, si ésta determina que el ambiente necesita de iluminación envía una señal alta, de lo contrario envía una señal baja; también se leen las entradas AI0 hasta AI7 (entradas analógicas), para determinar a que temperatura se encuentra el área sensada por los sensores de temperatura.

SISTEMA AUTOMATICO O MANUAL.

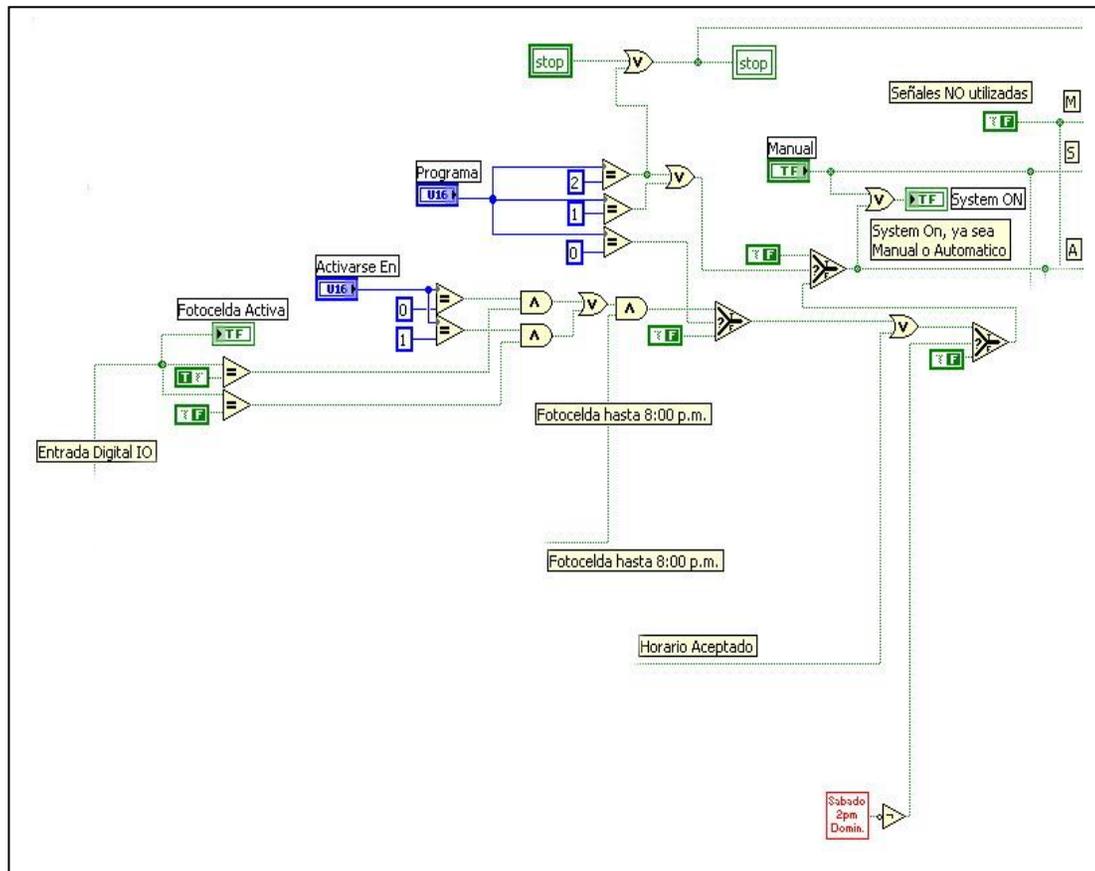


Figura 9.4. Sistema automático o manual.

Aquí se controla el paso de un sistema automático a un sistema manual o viceversa, por medio de la señal que proviene del controlador “Manual”, éste envía una señal alta (S) en caso que el sistema sea controlado manualmente, la señal automática consiste en activar o desactivar el sistema, depende de los horarios y de la lectura de la fotocelda, si el sistema necesita activarse, envía una señal alta de lo contrario envía una señal baja (A), en modo automático y en el día domingo el sistema esta desactivado completamente.

CONTROL DE LAS TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

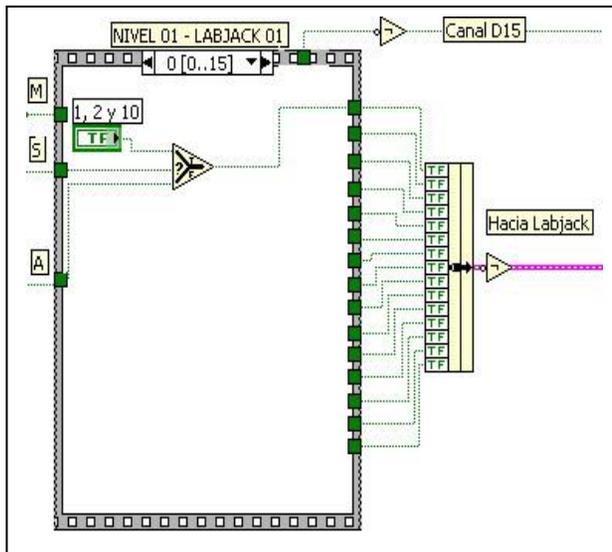


Figura 9.5. Señales de control a enviar a la tarjeta de adquisición de datos.

Información que se enviara a la tarjeta de adquisición de datos dependiendo de los estados en que se encuentra el sistema, ya sea en modo automático o modo manual.

CONTROL Y MONITOREO.

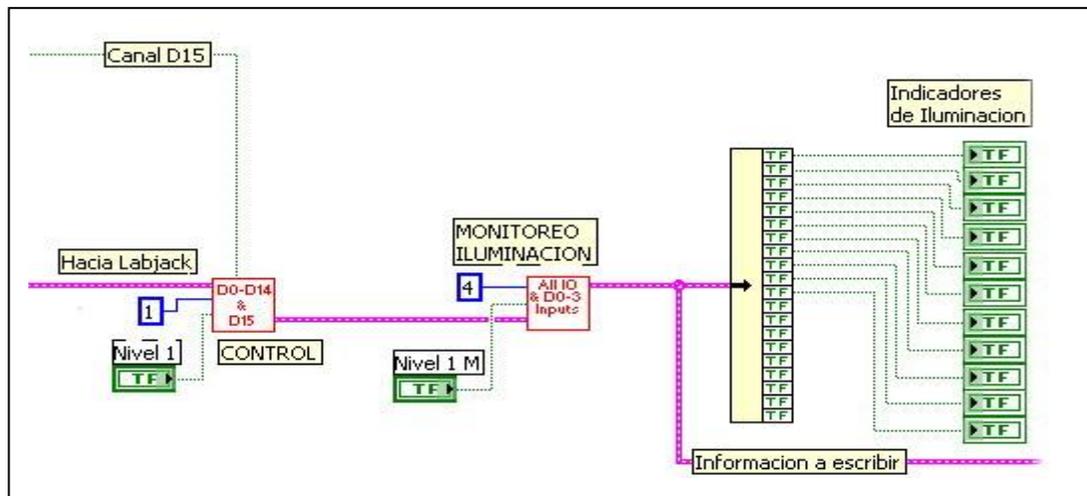


Figura 9.6. Señales de control activadas por tarjeta de adquisición.

Control de todas las tarjetas de adquisición de datos con números impares y monitoreo de todas aquellas con números pares, toda la información proveniente de las tarjetas encargadas de monitorear es transportada como cadena en “información a escribir” con el fin de poder ser almacenadas en un archivo “.txt”.

ESCRIBIENDO Y GUARDANDO LA INFORMACION.

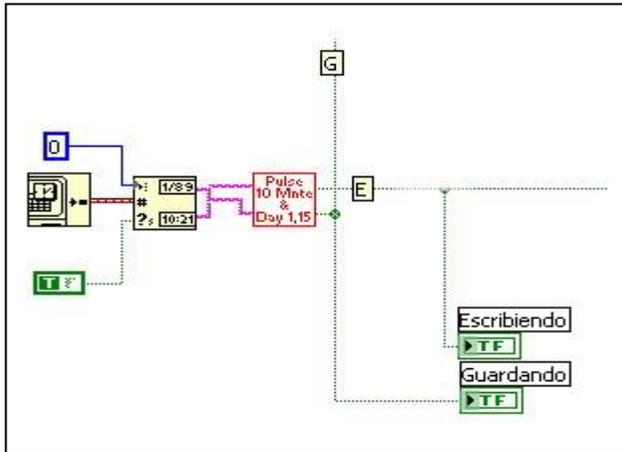


Figura 9.7. Escribir la información en archivos “.txt”

Cada 10 minutos se envía una señal alta con la finalidad de poder almacenar la información acerca del estado de la iluminación y la temperatura en un archivo “temp.txt”, se envía además un pulso los días 01 y 15 a las 12:00 p.m. con el propósito de guardar la información almacenada en los archivos “temp.txt”, una vez guardada dicha información el archivo “temp.txt” es vaciado completamente.

GUARDAR LA INFORMACION LOS DIAS 01 Y 15 DE CADA MES

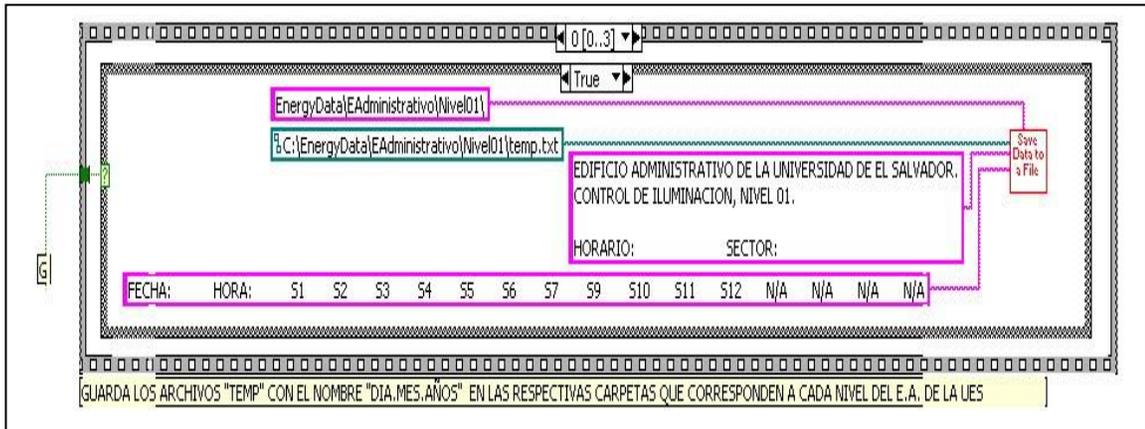


Figura 9.8. Guardar la información.

Con el pulso alto proveniente de “ G “ se guarda la toda información que posee el archivo “temp.txt” en un archivo nuevo con el nombre del día.mes.año. ejemplo 01Marzo2004, cada vez que se este guardando la información un piloto (Guardando) en el programa principal es activado durante el tiempo que se este realizando esta acción.

ESCRIBIR INFORMAICON CADA 10 MINUTOS.

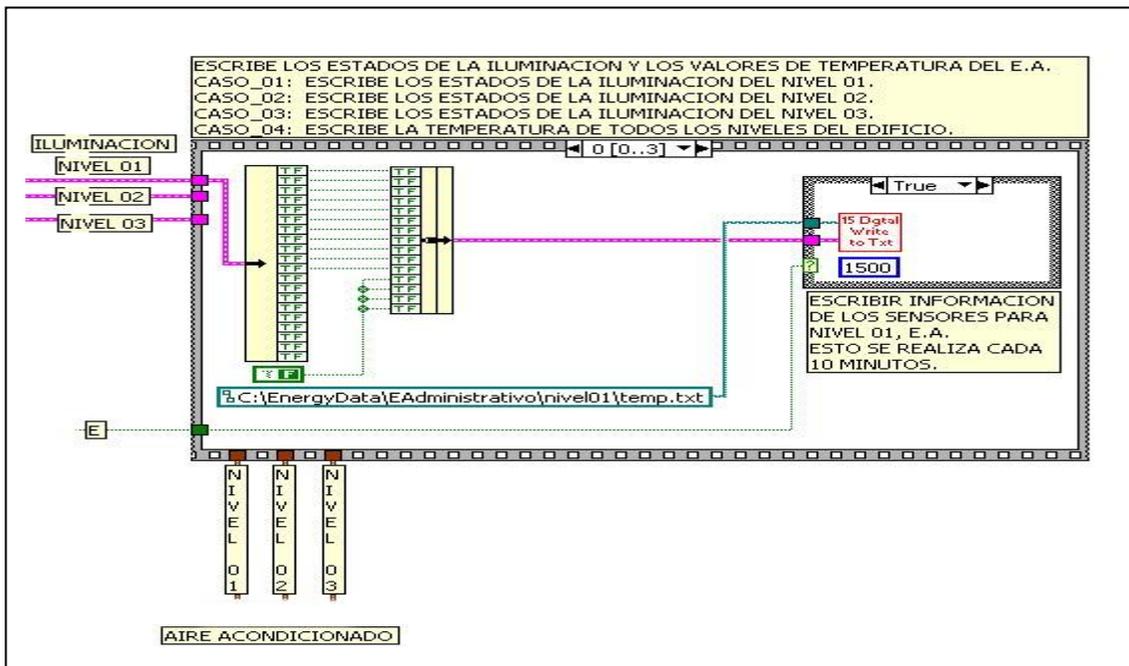


Figura 9.9. Escribir información de cada nivel o edificio en archivos “ temp.txt “

Con un pulso alto desde “ E “ se guarda la información de los estados de la iluminación y la temperatura en un archivo “temp.txt”, esto se realiza cada 10 minutos, al igual que la opción “Guardar” una vez que se este escribiendo la información un piloto (Escribiendo) en el programa principal es activado, durante el tiempo que se este realizando esta acción.

CONFIGURACIÓN DEL PUERTO PARA INTERNET.

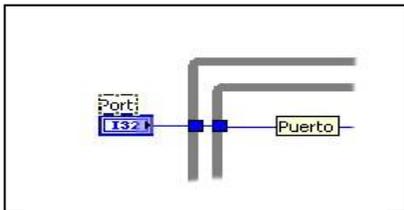


Figura 9.10. Puerto al cual se enviara la información vía Internet.

Se especifica en que puerto se desea enviar, vía Internet, toda la información importante del programa.

CONEXIÓN VIA INTERNET.

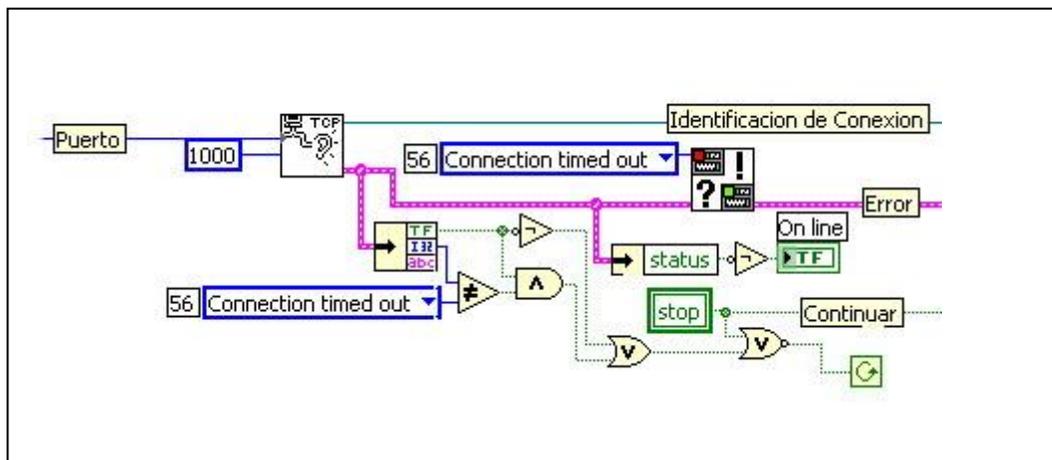


Figura 9.11. Existe conexión vía Internet?

Manda una señal alta una vez se encuentre en línea con la versión cliente del programa, si no existe conexión el sigue su rutina normalmente.

LONGITUD DE LA INFORMACION.

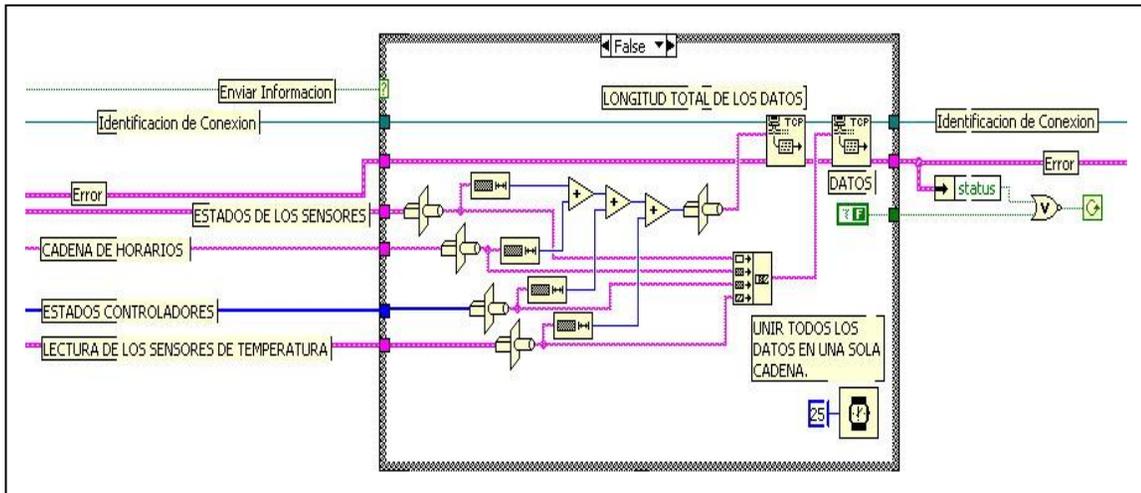


Figura 9.12. Enviar la longitud de la información y luego la información.

Una vez se haya hecho en el enlace vía Internet con la versión cliente del programa, se envía primero la longitud de toda la información, una vez esto, se continua al envío de la información en sí.

CONEXION VIA INTERNET

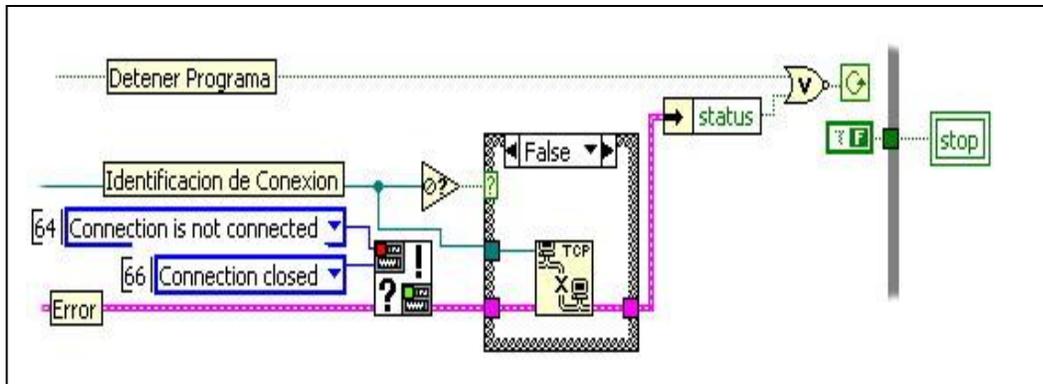


Figura 9.13. Identificar si aun existe conexión vía Internet.

Determina si todavía existe conexión a Internet por medio de una señal alta.

CONTROL ADICIONAL

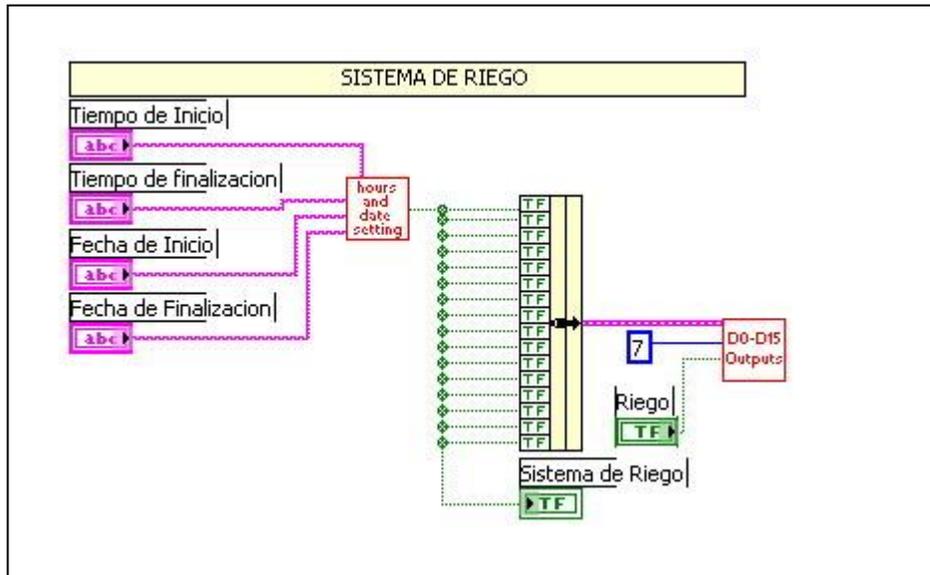


Figura 9.14. Señales de control adicionales.

Envía señales altas siempre y cuando el horario de la computadora se encuentre dentro del horario adicional del programa, estas señales son enviadas a una tarjeta de adquisición de datos con número de identificación 7, esto con la finalidad que se desee controlar un sistema de riego automático.

CAPITULO X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. CONCLUSIONES.

- 1) Existe la viabilidad de las dos propuestas de un sistema inteligente de iluminación en los edificios “B”, “C” y “D” de Ingeniería y Arquitectura; a pesar de existir entre ambas diferencias; con la implementación de la propuesta en donde se utilizan sensores de presencia, el ahorro de energía eléctrica se da en gran escala, sin la utilización de sensores existe el ahorro de energía eléctrica en menor escala.
- 2) Los dos tipos de propuestas para un sistema inteligente de iluminación dependen del tipo de edificio al cual se le desea implementar ya que, para un edificio asignado para impartir clases, la solución más óptima es la utilización de sensores de presencia, debido a que en las aulas de clases existen periodos de tiempos en los que no existen ni personal docente ni alumnos y la iluminación esta activada, representando un desperdicio en concepto de costo de energía eléctrica, mientras que para edificios con propósitos administrativos, la solución mas confiable es la de un sistema que controle los circuitos de iluminación, ya que en este tipo de edificios por lo general siempre existe presencia de personal en el interior, y los sensores estarían siempre en estado de activación.

Respecto a la primera propuesta del sistema inteligente con sensores de presencia en las aulas de los edificios “B” y “C” de la facultad de ingeniería eléctrica de la Universidad de El Salvador.

3) La implementación de la primera propuesta de sistema inteligente mediante la utilización de sensores de presencia en aulas de clases, requiere una inversión inicial de \$ 5,209.14, lo que para la Universidad de El Salvador representa una alternativa viable de ser ejecutada por que:

a) La inversión inicial de \$ 5,209.14, puede ser recuperada en un plazo aproximado de 4 años con 8 meses, al darse un ahorro en concepto de energía eléctrica utilizada inadecuadamente en la actualidad, la cual se demostró que es de \$ 107.83 dólares mensuales, para los edificios “B” y “C”, al incluir los servicios sanitarios de los edificios “B” y “C”, este plazo para recuperar la inversión inicial se reduciría, por lo menos 1 año.

b) En la actualidad existen esfuerzos individuales de algunos docentes en la Universidad de El Salvador para sensibilizar a la comunidad universitaria para el ahorro de energía eléctrica, esfuerzos insuficientes por que la irracionalidad en el uso de este servicio continúa.

Ante la irracionalidad en el uso de energía eléctrica en las aulas de los edificios “B”, “C” y “D” de la facultad de ingeniería eléctrica de la Universidad de El Salvador, la no-colaboración de la comunidad universitaria para el ahorro de energía eléctrica, la propuesta de utilización de sensores de presencia en las aulas de clases, es muy efectivo en tanto que es un sistema automatizado que supera las situaciones antes mencionadas.

- c) Estas propuestas responden a la actual gestión universitaria, en el sentido de mejorar condiciones físicas de los edificios, que garanticen un ambiente adecuado que influya en la calidad de la educación universitaria.
- Calidad en la educación a menor costo significa maximizar resultados educativos y minimizar costos.

Propuesta de ahorro de energía eléctrica para edificio administrativo y de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, sin la utilización de sensores de presencia.

- 4) En el edificio administrativo y edificio de ingeniería Industrial se visualiza que el sistema inteligente de iluminación para ahorro de energía eléctrica a ejecutar es el sistema sin utilizar sensores, por que; el recurso humano se encuentra laborando en las instalaciones en un horario establecido, lo cual facilita el control de tiempo para activar el sistema durante el tiempo que se deba hacer el uso racional de la energía eléctrica.
- 5) En términos económicos el sistema inteligente de iluminación sin sensores, es viable desarrollarlo en el edificio administrativo y el edificio de Ingeniería Industrial, por que el costo que data \$ 6,248.93 es adecuado, aunque el ahorro energético es en menor escala en comparación al sistema que utiliza sensores de movimiento.

10.2. RECOMENDACIONES.

A. RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA AHORRAR ENERGIA ELECTRICA EN UTILIZACIÓN DE AIRES ACONDICIONADOS.

- 1) Para hacer un buen uso del aire acondicionado es determinar si existen fugas de aire, ya sea por grietas o hendiduras, ventanas y puertas, dentro del espacio climatizado.
 - a) Como se ha observado en el edificio administrativo todas estos factores existen, por ejemplo: cada cuarto posee unas hendiduras de unos 6 centímetros de ancho, lo que corresponde a lo largo del sector climatizado, esto conlleva a tener entradas de aire que no corresponden a la climatización y por consiguiente al aumento de la carga del equipo de aire acondicionado, por lo que es recomendable sellar hendiduras y todo tipo de orificios en donde exista fuga de aire acondicionado, ya sea con cinta, sellapuerta o silicón según sea el caso, esto con la finalidad que el equipo trabaje en forma optima.

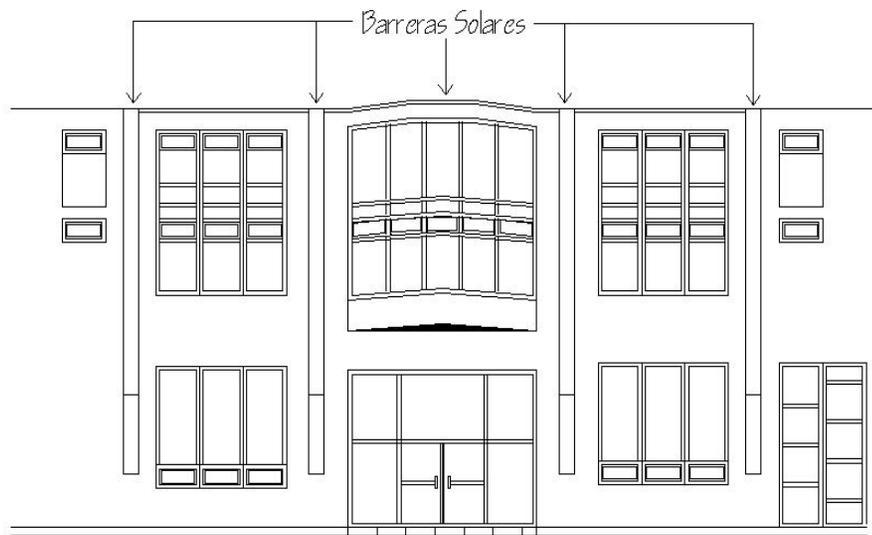
- 2) Una de las principales formas de ganancias de calor hacia el interior ocurre con la entrada de radiación solar a través de las ventanas, por ejemplo un vidrio sencillo común transmite el 95% del total de la energía solar que sobre él incide, es recomendable, por lo tanto, cubrir los cristales con películas de materiales reflejantes que limiten tal fenómeno, obteniendo reducciones que en el mejor de los casos la transmisión llega a ser de solo el 30%.
 - a) Todos los cristales que utilizan las instalaciones de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura son cristales sencillos, y aunque se instalaran cortinas especiales la mejor solución es agregar una película a los cristales que estén dentro de un sector climatizado.

- 3) Cada equipo de aire acondicionado ha sido elegido para poder operar bajo una temperatura de comodidad, por lo que es necesario verificar constantemente la temperatura de la zona a enfriar, para conocer si se encuentra bajo el rango de la temperatura de climatización con la que se selecciono el equipo, al estar ésta por debajo de la temperatura de comodidad, se producirá un aumento en concepto de energía eléctrica.

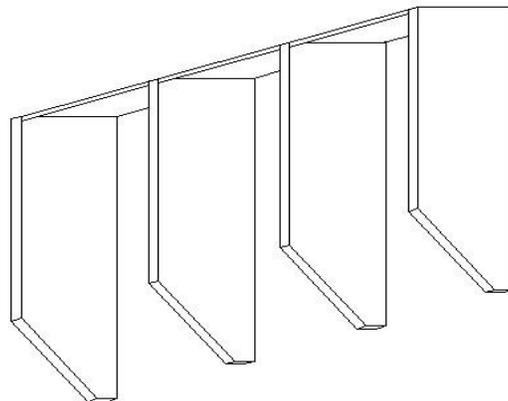
- 4) Es necesario un cambio en la instalación de ductos para aire acondicionado o la reducción de áreas climatizadas, ya que los equipos encargados de climatizar controlan varias áreas completamente aisladas entre ellas y no se pueden apagar un equipo a menos que todas las áreas que este controla, no necesiten de climatización.

5) La instalación de toldos o construcción de barreras solares ya sean horizontales o verticales para producir sombra a las ventanas, puede lograr una disminución de la cantidad de calor hacia el interior, debido a la entrada de radiación solar a través de las ventanas.

a) En el caso del edificio administrativo una alternativa confiable es la incorporar en la parte principal una barrera solar horizontal como lo muestra la figura siguiente, con la finalidad de reducir el calor hacia la parte interior.



Vista frontal Edificio Administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la UES, donde se muestra una posible ubicación y dimensiones de cada una de las barreras solares.



- 6) La instalación de los termostatos o cualquier dispositivo utilizado para sensar temperatura, debe de realizarse alejado de cualquier dispositivo generador de calor, ya que esto podría ocasionar la transmisión de señales erróneas de falta de enfriamiento, haciendo que los equipos de aire acondicionado trabajen mas de lo normal.
- 7) Emplear dispositivos de desconexión del aire acondicionado cuando no existan personas dentro de la zona climatizada, o cuando la temperatura sensada sea menor que la temperatura de confort.
 - a) El uso de sensores de presencia para determinar si existe o no personal de trabajo dentro de la zona climatizada es descartado, ya que un equipo de aire acondicionado climatiza dos zonas (Edificio Administrativo), las cuales no tienen relación una con otra. La mejor solución es utilizar un equipo de aire acondicionado por cada sector climatizado, de esta manera los sensores de movimiento tomarían la decisión de apagar o encender el aire acondicionado.

B. RECOMENDACIONES PARA USO DE ILUMINACIÓN.

- 1) Es evidente que muchas áreas dentro de los edificios de la Facultad de Ingeniería y arquitectura de la U.E.S., existe un exceso en cuanto a la cantidad de luminarias que proporcionan luz artificial a un área determinada, por lo que se recomienda una re - evaluación de las cantidades de luminarias que realmente se necesitan para los diferentes edificios de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- 2) En aulas en donde el área de estudio es demasiado extensa, como por ejemplo: edificios “B11”, “C11” y “D11” de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, es recomendable que se utilicen únicamente para sectores estudiantiles en donde el numero de alumnos pueda perfectamente encajar en dichas aulas y así poder aprovechar al máximo la iluminación propias de estos sectores.

C. RECOMENDACIONES DE GESTION DE LAS PROPUESTAS DE DISEÑO.

Con el propósito de que ambas propuestas sean ejecutadas, dependiendo del área a la cual sean asignadas se sugiere:

- 1) Que se valore la alternativa de exponer los resultados de este trabajo de graduación a Organismos Gubernamentales y/o No Gubernamentales para que financien la ejecución de ambos proyectos.

- 2) Que estudiantes en Servicio Social Universitario y/o incorporados en Trabajo de Proyección Social de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador, puedan ejecutar cualquiera de las propuestas antes expuestas, asesorados, y dirigidos por Ingenieros con dominio en Instalaciones Eléctricas y con conocimientos en Software y Dispositivos en Adquisición de Datos.

D. RECOMENDACIÓN PARA UBICAR SENSORES DE MOVIMIENTO, SENSORES DE TEMPERATURA Y CONCENTRADORES USB

La ubicación de la computadora personal es preferible que sea instalada en zonas que posean aire acondicionado y que sea de fácil acceso.

Se pretende que por cada nivel del edificio existan dos tarjetas de datos (Edificio Administrativo y Edificio de Ingeniería Industrial únicamente) es necesario entonces utilizar HUBs USB para amplificar las señales hacia cada una de las tarjetas de datos, estos HUBs deberán instalarse en la parte superior de la pared de forma segura, esto con el propósito de que no puedan ser alcanzados por personas ajenas al mantenimiento del edificio.

La tarjeta de adquisición de datos, tarjetas de relés y los relés de control 70M – OAC5 se instalarán en un módulo junto a los tableros de los interruptores térmicos de cada nivel del edificio (Edificio Administrativo y Edificio de Ingeniería Industrial únicamente).

Para el caso de los sensores de presencia es recomendable instalarlos en la parte central de cada zona y cerca de la puerta principal de la zona de detección, de manera que el alcance pueda abarcar regiones en donde el profesor se mueva la mayor parte del tiempo en que desarrolle la clase (Edificios “B”, “C” y “D”), por ejemplo cerca de la pizarra.

Los sensores de temperatura cada uno instalado cerca de cada termostato y su comunicación hacia la tarjeta de datos debe de realizarse por medio de cable UTP.

Ubicación de los dispositivos principales para un control inteligente de Iluminación y aire acondicionado

<i>EDIFICIO.</i>	<i>COMPUTADORA.</i>	<i>LABJACK U12.</i>	<i>SENSOR DE PRESENCIA.</i>	<i>SENSOR DE TEMPERATURA</i>
Edificio Administrativo.	<ul style="list-style-type: none"> Sector donde exista aire acondicionado y que sea de fácil acceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Junto a los tableros en donde se encuentran ubicados los interruptores térmicos. 	<ul style="list-style-type: none"> En el centro del área a detectar por el sensor y cercano a la puerta principal. 	<ul style="list-style-type: none"> Contiguo a los elementos de control del aire acondicionado (termostatos).
Edificio “B”.		<ul style="list-style-type: none"> Junto a los tableros en donde se encuentran ubicados los Interruptores. Termicos, 2^{da} planta. 	<ul style="list-style-type: none"> Zonas donde el profesor se encuentra la mayor parte del tiempo dando clases, por lo general, cerca de la pizarra. 	
Edificio “C”.		<ul style="list-style-type: none"> Junto a los tableros en donde se encuentran ubicados los Interruptores. Termicos, 2^{da} planta 	<ul style="list-style-type: none"> Zonas donde el profesor se encuentra la mayor parte del tiempo dando clases, por lo general, cerca de la pizarra. 	
Edificio “D”.	<ul style="list-style-type: none"> Sector donde exista aire acondicionado o que sea de fácil acceso.(Nivel 2 de Edificio D o Edificio de Ingeniería Eléctrica en el Centro de Computo) 	<ul style="list-style-type: none"> Cerca de la Computadora. 	<ul style="list-style-type: none"> Zonas donde el profesor se encuentra la mayor parte del tiempo dando clases, por lo general, cerca de la pizarra. 	
Edificio de Ingeniería Industrial.	<ul style="list-style-type: none"> Sector donde exista aire acondicionado y que sea de fácil acceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Junto a los tableros en donde se encuentran ubicados los Interruptores térmicos. 	<ul style="list-style-type: none"> En el centro del área a detectar por el sensor y cercano a la puerta principal. Zonas donde el profesor se encuentra la mayor parte del tiempo dando clases. 	<ul style="list-style-type: none"> Contiguo a los elementos de control del aire acondicionado (termostatos).

Cuadro D.1. Descripción de las mejores ubicaciones para los principales dispositivos de control inteligente de iluminación.

BIBLIOGRAFÍA.

Generalidades.

- http://www.aescala.com/notas/arquitectura/Que_es_la_Domotica.asp ¿Que es la Domotica?. [on line Febrero 2003]
- <http://www.sistemasinteligentes.8m.com/Que%20es%20un%20SI.htm> ¿Que es un Sistema Inteligente?. [on line. Mayo 2003]
- <http://chico.inf-cr.uclm.es/domosim/tut/domotica.html> ¿Qué es Domotica? [on line. mayo 2003]
- http://mx.geocities.com/transformaciones_inteligentes/casa_inteligente.html Transformaciones Inteligentes. [on line. junio 2003]
- Drago Luis Maria. “AUTOMATIZACIÓN DEL HOGAR”
http://www.intelhome.com.ar/f_domotica.htm [on line. Mayo 2003]
- <http://www.habitatconstructora.com.ar/domotica.htm> La construcción Inteligente. [on line Marzo 2003]
- Cuenca Julio. “DOMOTICA”. http://www.ladei.com.ar/Pizarra/pizarra_24.htm [on line. Febrero 2003]
- <http://www.intellicontrols.com/FAQ's.htm> FAQ's [on line. Febrero 2003]
- <http://www.terra.es/personal2/vistaatx/domotica/web/tecnic.htm> Tecnología Domotica. [on line. Mayo 2003]
- Ekipos. “SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN DE VIVIENDAS”.
<http://www.ekipos.com/art06.htm> [on line. Marzo 2003]
- http://personales.com/colombia/bucaramanga/inmotica_domotica/ Domotica. [on line. Abril 2003]
- http://www.isde-ing.com/version3/html/dom_e_inmot_tecnica.htm Domotica [on line Marzo 2003]
- JG Domotica. “ECONOMIA”
<http://www.jgdomotica.com/JGDEsp/jgdomotica%20economia.htm> [on line Abril 2003]
- <http://www.geocities.com/NapaValley/4376/domotica.htm> Domotica [on line Abril 2003]

- Germana Reina. “¿QUÉ ES LA DOMOTICA?”
<http://www.servitel.es/domotica/contenido.htm> [on line Junio 2003]

Periféricos.

- <http://www.labjack.com/> ¿What is a Labjack? [on line. Abril 2003]
- <http://www.intellicontrols.com/Prod05-drape.htm> Cortinas Motorizadas. [on line. Abril 2003]
- http://www.automatedhome.co.uk/article.php3?story_id=836&submit=email&slashSessions=319f0f74e1d7b53b27f2429da0b8757f Automated Home [on line. Agosto 2003]
- Orme Stephen. “ADD A MORTOR CURTAIN CONTROLLER REVIEW”
http://www.automatedhome.co.uk/article.php3?story_id=1205&submit=print&slashSessions=2093365eeb11ddd556fb2ef9665bd95e [on line Octubre 2003]
- Toso Company, Limited. MOTORIZED PRODUCTS
http://www.toso.com/data/pi/03mp/10_mp.html [on line. Noviembre 2003]
- <http://www.tep.org.uk/upload/112%20circuits/Word/circ2.doc> Curtain Controller. [on line. Octubre 2003]

Actuadores.

- <http://www.labjack.com/files/70moac5.PDF> Relay 70M OAC5. [on line Noviembre 2003]
- <http://www.alliedelec.com/catalog/catalogpages/2002/695.pdf?Catalog=2002&PageNum=695> Relays Catalog. [on line Noviembre 2003]
- Rp Electronics. “SWITCHES AND RELAYS”.
http://www.rpelectronics.com/Default.asp?Main=/English/OnlineCat.asp?Menu=/English/Content/Categories/CatM_40.asp%26Detail=/English/Content/Items/R02-11A10-120.asp [on line noviembre 2003]
- RF parts. “R10 POTTER & BRUMFIELD RELAYS”
<http://www.rfparts.com/relay.html> [on line Noviembre 2003]

Sensores.

- Lithonia Lighting. “PRODUCT INFORMATION”.
<http://lithonia.com/products/default.asp> [on line Septiembre 2003]
- SensorSwitch. “EVOLVING TECHNOLOGIES FOR LIGHTING CONTROL EQUIPMENT”<http://www.sensorswitch.com/> [on line Mayo 2003]
- <http://www.alarmsystemsdist.com/technical.cfm?do=search&m=5140> Alarm System Distributors. [on line Mayo 2003]
- Lighting Fixture & Ceiling Fans. “LIGHT DIMMER SWITCHES”http://www.lighting-fixtures-ceiling-fans.com/store/PPF/Category_ID/14_9/products.asp [on line Mayo 2003]

Conductores.

- http://www.lafacu.com/apuntes/informatica/fibra_optica_y_utp/default.htm#categoria_UTP Medios de Transmisión. [on line Abril 2003]
- Universal Serial Bus. “FAQ” <http://www.usb.org/faq> [on line Abril 2003]

Aire Acondicionado.

- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.
<http://www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=1> [on line Noviembre 2003]

Catálogos

- Dale Electric Supply Co. <http://www.dale-electric.com/catalogindex1.cfm> Catalog. [on line Abril 2003]
- Jameco Electronics. <http://www.jameco.com/> [on line Abril 2003]
- RadioShack. “2000 ANSWERS CATALOG”.

Software

- National Instruments. <http://www.ni.com/> [on line Febrero 2003]

Anexo A.

**CONEXIONES DE ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES Y ANALOGICAS DE
LAS TARJETAS DE ADQUISICION DE DATOS.**

EDIFICIO ADMINISTRATIVO

Edificio Administrativo Nivel 1.			
<i>Tarjeta de control 1.</i>		<i>Tarjeta de monitoreo 4.</i>	
<i>Salidas Digitales</i>	<i>Dispositivo.</i>	<i>Entrada Digital.</i>	<i>Sector.</i>
IO0 (Entrada)	Fotocelda (+5Vdc).	IO0	Sector 1b
GND	Fotocelda (Neutro)	IO1	Sector 1c
IO1 a IO3	N / A	IO2	Sector 3
D0	Interruptor Térmico 1	IO3	Sector 5
D1	N / A	D0	Sector 6
D2	Interruptor Térmico 3	D1	Sector 8 y 9
D3	Interruptor Térmico 5	D2	Sector 7
D4	Interruptor Térmico 6	D3	Sector 2
D5	Interruptor Térmico 8 y 9	D4	Sector 1a
D6	Interruptor Térmico 7	D5	Sector 4
D7	Interruptor Térmico 2	D6	Sector 4b
D8	N / A	D7 a D15	N / A
D9	Interruptor Térmico 4		
D10 a D15	N / A		
<i>Entrada Análoga.</i>			
AI0	RTD Sector 3		
AI1	RTD Sector 6		
AI2	RTD Sector 8		
AI3	RTD Sector 7		

Edificio Administrativo Nivel 2.			
<i>Tarjeta de control 2.</i>		<i>Tarjeta de monitoreo 5.</i>	
<i>Salidas Digitales</i>	<i>Dispositivo.</i>	<i>Entrada Digital.</i>	<i>Sector.</i>
IO0 a IO3	N / A	IO0	Sector 3
D0	Interruptor Térmico 3	IO1	Sector 8
D1	Interruptor Térmico 8	IO2	Sector 7b
D2	Interruptor Térmico 7	IO3	Sector 7a
D3	N / A	D0	Sector 5b
D4	Interruptor Térmico 5	D1	Sector 5a
D5	Interruptor Térmico 1	D2	Sector 1
D6	Interruptor Térmico 2	D3	Sector 2
D7	N / A	D4	Sector 4
D8	Interruptor Térmico 4	D5 a D15	N / A
D09 a D15			
<i>Entrada Análoga.</i>			
AI0	RTD Sector 8		
AI1	RTD Sector 6		
AI2	RTD Sector 7b		
AI3	RTD Sector 7a		

Edificio Administrativo Nivel 3.			
<i>Tarjeta de control 3.</i>		<i>Tarjeta de monitoreo 6.</i>	
<i>Salidas Digitales</i>	<i>Dispositivo.</i>	<i>Entrada Digital.</i>	<i>Sector.</i>
IO0 a IO3	N / A	IO0	Sector 2
D0	Interruptor Térmico 2	IO1	Sector 4a
D1	Interruptor Térmico 4	IO2	Sector 4b
D2	N / A	IO3	Sector 12
D3	Interruptor Térmico 12	D0	Sector 8
D4	Interruptor Térmico 8	D1	Sector 9 y 10
D5	Interruptor Térmico 9 y 10	D2	Sector 7b
D6	Interruptor Térmico 7	D3	Sector 7a
D7	N / A	D4	Sector 6
D8	Interruptor Térmico 6	D5	Sector 3b
D9	Interruptor Térmico 3	D6	Sector 3a
D10	N / A	D7	Sector 1
D11	Interruptor Térmico 1	D8	Sector 11a y 11b
D12	Interruptor Térmico 11	D9	Sector 5a
D13	Interruptor Térmico 5	D10	Sector 5b
D14 a D15	N / A	D11 a D15	N / A
<i>Entrada Análoga.</i>			
AI0	RTD Sector 12		
AI1	RTD Sector 8		
AI2	RTD Sector 7b		
AI3	RTD Sector 3b		

EDIFICIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Edificio Ingeniería Industrial Nivel 1.			
<i>Tarjeta de control 1.</i>		<i>Tarjetas de Adquisición 4.</i>	
<i>Salidas Digitales</i>	<i>Dispositivo.</i>	<i>Entrada Digital.</i>	<i>Sector.</i>
IO0 (Entrada)	Fotocelda (+5Vdc).	IO0	Sector 14
GND	Fotocelda (Neutro)	IO1	Sector 15a
IO1 a IO3 (Entradas)	N / A	IO2	Sector 15b
D0	Interruptor Térmico 14	IO3	Sector 17
D1	Interruptor Térmico 15	D0	Sector 18
D2	N / A	D1	Sector 19
D3	Interruptor Térmico 17	D2	Sector 21
D4	Interruptor Térmico 18	D3	Sector 20
D5	Interruptor Térmico 19	D4	Sector 16
D6	Interruptor Térmico 21	D5 a D15	N / A
D7	Interruptor Térmico 20		
D8	Interruptor Térmico 16		
D9 a D15	N / A		
<i>Entrada Análoga.</i>			
AI0	RTD Sector 18		
AI1	RTD Sector 19		
AI2 a AI3	N / A		

Edificio Ingeniería Industrial Nivel 2.			
<i>Tarjeta de control 2.</i>		<i>Tarjetas de Adquisición 5.</i>	
<i>Salidas Digitales</i>	<i>Dispositivo.</i>	<i>Entrada Digital.</i>	<i>Sector.</i>
IO0 a IO3 (Entradas)	N / A	IO0	Sector 1
D0	Interruptor Térmico 1	IO1	Sector 2
D1	Interruptor Térmico 2	IO2	Sector 4a
D2	Interruptor Térmico 4	IO3	Sector 4b
D3	N / A	D0	Sector 13
D4	Interruptor Térmico 13	D1	Sector 11
D5	Interruptor Térmico 11	D2	Sector 12
D6	Interruptor Térmico 12	D3	Sector 10a
D7	Interruptor Térmico 10	D4	Sector 10b
D8	N / A	D5	Sector 9
D9	Interruptor Térmico 9	D6	Sector 7 y 8
D10	Interruptor Térmico 7 y 8	D7	Sector 5 y 6
D11	Interruptor Térmico 5 y 6	D8	Sector 3a
D12	Interruptor Térmico 3	D9	Sector 3b
D13 a D15	N / A	D9 a D15	N / A
Entrada Análoga.			
AI0	RTD Sector 10a		
AI1 a AI3	N / A		

Edificio Ingeniería Industrial Nivel 3.			
<i>Tarjeta de control 2.</i>		<i>Tarjetas de Adquisición 5.</i>	
<i>Salidas Digitales</i>	<i>Dispositivo.</i>	<i>Entrada Digital.</i>	<i>Sector.</i>
IO0 a IO3 (Entradas)	N / A	IO0	Sector 8a
D0	Interruptor Térmico 8	IO1	Sector 8b
D1	N / A	IO2	Sector 12
D2	Interruptor Térmico 12	IO3	Sector 13
D3	Interruptor Térmico 13	D0	Sector 11
D4	Interruptor Térmico 11	D1	Sector 9
D5	Interruptor Térmico 9	D2 a D15	N / A
D6 a D15	N / A		
Entrada Análoga.			
AI0	(ver plano)		
AI1	(ver plano)		
AI2	(ver plano)		
AI3	N / A		

EDIFICIO “B”

Edificio “B”.			
<i>Tarjeta de control 1.</i>		<i>Tarjeta de monitoreo 4.</i>	
<i>Salidas Digitales</i>	<i>Dispositivo / (Nivel x).</i>	<i>Entrada Digital.</i>	<i>Sector.</i>
IO0 (Entrada)	Fotocelda (+5Vdc).	IO0	Aula B11
GND	Fotocelda (Neutro)	IO1	Servicio Sanitario M
IO1 a IO3	N / A	IO2	Servicio Sanitario H
IO1 a IO3	N / A	IO3	Aula B21
D0	Interruptor Térmico 9, 8 y 7 (N1)	D0	Aula B22
D1	Interruptor Térmico 6 (N1)	D1	Aula B31
D2	N / A	D2	Aula B32
D3	Interruptor Térmico 9 y 8 (N2)	D3	Aula B33
D4	Interruptor Térmico 7 y 6 (N2)	D4	Aula B41
D5	Interruptor Térmico 9 (N3)	D5	Aula B42
D6	Interruptor Térmico 8 (N3)	D6	Aula B43
D7	Interruptor Térmico 7 y 6 (N3)	D7	Aula B44
D8	Interruptor Térmico 9 (N4)	D8 a D15	N / A
D9	Interruptor Térmico 8 (N4)		
D10	Interruptor Térmico 7 (N4)		
D11	Interruptor Térmico 6 (N4)		
D12 - D15	N / A		

EDIFICIO “C”

Edificio “C”.			
<i>Tarjeta de control 2.</i>		<i>Tarjeta de monitoreo 5.</i>	
<i>Salidas Digitales</i>	<i>Dispositivo / (Nivel x).</i>	<i>Entrada Digital.</i>	<i>Sector.</i>
IO0 (Entrada)	Fotocelda (+5Vdc).	IO0	Aula C11
GND	Fotocelda (Neutro)	IO1	Servicio Sanitario M
IO1 a IO3	N / A	IO2	Servicio Sanitario H
IO1 a IO3	N / A	IO3	Aula C21
D0	Interruptor Térmico 9, 8 y 7 (N1)	D0	Aula C22
D1	Interruptor Térmico 6 (N1)	D1	Aula C23
D2	N / A	D2	Aula C31
D3	Interruptor Térmico 9 (N2)	D3	Aula C32
D4	Interruptor Térmico 8 (N2)	D4	Aula C41
D5	Interruptor Térmico 6 (N2)	D5	Aula C42
D6	Interruptor Térmico 9 y 8 (N3)	D6	Aula C43
D7	Interruptor Térmico 7 y 6 (N3)	D7	Aula C44
D8	Interruptor Térmico 9 (N4)	D8 a D15	N / A
D9	Interruptor Térmico 8 (N4)		
D10	Interruptor Térmico 7 (N4)		
D11	Interruptor Térmico 6 (N4)		
D12 a D15	N / A		

EDIFICIO “D”

Edificio “D”.			
<i>Tarjeta de control 3.</i>		<i>Tarjeta de monitoreo 6.</i>	
<i>Salidas Digitales</i>	<i>Dispositivo / (Nivel x).</i>	<i>Entrada Digital.</i>	<i>Sector.</i>
IO0 (Entrada)	Fotocelda (+5Vdc).	IO0	Aula D11
GND	Fotocelda (Neutro)	IO1	Servicio Sanitario M
IO1 a IO3	N / A	IO2	Servicio Sanitario H
IO1 a IO3	N / A	IO3	Aula D31
D0	Interruptor Térmico 9, 8 y 7 (N1)	D0	Aula D32
D1	Interruptor Térmico 6 (N1)	D1	Aula D33
D2	N / A	D2	Aula D41
D3	Interruptor Térmico 9 (N3)	D3	Aula D42
D4	Interruptor Térmico 8 (N3)	D4	Aula D43
D5	Interruptor Térmico 6 (N3)	D5 a D15	N / A
D6	Interruptor Térmico 9 (N4)		
D7	Interruptor Térmico 8 (N4)		
D8	Interruptor Térmico 6 (N4)		
D9 a D15	N / A		

Para una la conexión de todos los dispositivos a la tarjeta de adquisición de datos Labjack U12 guiarse por las descripciones en los planos que se muestran en **anexos X**

Las entradas digitales IO0 a IO1 de todas las tarjetas de control con número de identificación #1, para el caso del Edificios Administrativo y el Edificio de Ingeniería Industrial y las entradas digitales IO0 a IO1 para los edificios “B”, “C” y “D”, cualquiera de ellas, puede ser utilizada como entrada alterna para la señal digital que proviene de la fotocelda.

Anexo B

NIVELES DE VOLTAJES UTILIZADOS

NIVELES DE VOLTAJES UTILIZADOS DE PROPUESTA “1” Y “2” PARA SISTEMA INTELIGENTE.

<i>Edificio Administrativo y Edificio Ingeniería Industrial.</i>		
<i>Tipo de Cable</i>	<i>Nivel de Voltaje</i>	<i>Dispositivos a Conectar</i>
Cable USB.	+5 Vdc	- Computador con Tarjeta de Datos.
Cable UTP Categoría 5.	+5 Vdc	- Tarjeta de Datos con RTD.
Cable Instalación Eléctrica.	110 Vac	- Sub tablero a Sensor de Movimiento. - Cableado para reles.
Alimentación de Circuitos.	+12 Vdc	- Circuitos para RTD.

Cuadro B.1. Niveles de voltajes para edificio Administrativo e Ingeniería Industrial.

<i>Edificios “B”, “C” y “D”.</i>		
<i>Tipo de Cable</i>	<i>Nivel de Voltaje</i>	<i>Dispositivos a Conectar</i>
Cable USB.	+5 Vdc	- Computador hacia Tarjeta de Datos.
Cable USB Híbrido. Fibra Óptica.	+5 Vdc	- Computador con Tarjeta de Datos. Edificio “D” a “C” y de “C” hacia “B”
Cable UTP Categoría 5.	+5 Vdc	- Tarjeta de Datos hacia RTD.
Cable Instalación Eléctrica.	110 Vac	- Subtablero hacia Sensor de Movimiento.

Cuadro B.2. Niveles de voltajes para edificio “B”, “C” y “D”.

Anexo C

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Anexo C

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Anexo D

DIAGRAMAS DE SUB-TABLEROS

Anexo E

DIAGRAMAS UNIFILARES

Anexo F

PLANOS DE EDIFICIOS